

Obsah

Úvodem	5
ENERGY PROGRAM	7
1. Energy program – cesta k financování energetických projektů	8
ÚSPORY ENERGIE	11
2. Vytápění budov v sektoru služeb a průmyslu	12
Formy vytápění	12
Technologické možnosti zdrojů tepla	12
Regulace spotřeby a organizace systému vytápění	14
Hlavní zásady navrhování nových otopných soustav a možnosti jejich rekonstrukcí	15
Vytápění průmyslových areálů	16
Shrnutí – doporučená opatření pro dosažení úspor při vytápění	17
3. Zateplování budov a výměna oken	20
Význam a vliv zateplení	20
Prostup tepla	20
Tepelně-izolační materiály	20
Způsoby provedení zateplování objektů	21
Návratnost investice	23
Doporučení a závěr	25
OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	27
4. Biomasa a její energetické využití	28
Zdroje biomasy	28
Energetické využití a problém vlhkosti	28
Dostupný potenciál nových zdrojů	29
Technologie spalování	29
Zařízení pro spalování biomasy	30
Ekonomické aspekty	30
Bioplynové stanice	31
Legislativní podpora	34
Biomasa a ekologie	34
5. Solární energie	38
1. Solární termické systémy (a klíčové faktory jejich lepší ekonomiky)	38
2. Fotovoltaika (a klíčové faktory jejich lepší ekonomiky)	41

6. Tepelná čerpadla	44
Princip tepelného čerpadla	44
Druhy primárních zdrojů tepla	44
Typy a zásady optimalizace návrhu a provozu soustav s tepelným čerpadlem	45
Ekonomické hledisko	47
7. Energie větru	50
Úvod do využití větrné energie	50
Potenciál větrné energetiky v ČR a jeho využití	50
Typové členění větrných elektráren	51
Ekonomické hledisko	52
Vliv VE na životní prostředí	52
8. Vodní energie	54
Úvod	54
Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování	54
Technologie vodních elektráren	56
Přehled jednotlivých kroků investičního záměru MVE	57
Ekonomické aspekty	57
9. Doporučená literatura a zdroje informací	60
O SEVEEn – zpracovateli publikace	64

Úvodem

Rostoucí spotřeba energie, náklady na její výrobu a distribuci, negativní dopady na životní prostředí – to všechno a mnoho dalšího jsou otázky, které jsou v centru pozornosti všech spotřebitelů i výrobců energie i představitelů státní sféry.

Každý spotřebitel, bez ohledu na jeho organizační členění a velikost, hledá ekonomicky návratné možnosti snižování spotřeby energie. Ne vždy jsou však tyto informace dostupné v požadované kvalitě, to znamená takové, aby představily technické možnosti snižování spotřeby a nákladů na energii, ekonomické parametry těchto opatření, respektive možnost jejich financování, sounáležitost s platnou legislativou a zároveň odbornou neutralitu a nestrannost.

Česká spořitelna, a.s. proto svým klientům z řad měst a obcí, soukromých společností, organizací v sektoru služeb a průmyslu připravila ve spolupráci se SEEn, Střediskem pro efektivní využívání energie, o.p.s. tuto publikaci, která představuje základní možnosti snižování spotřeby a nákladů na spotřebu energie – především v rámci spotřeby energie na vytápění, zateplování budov a využití obnovitelných zdrojů energie.

Pracovníci ČS, a.s. i SEEn, o.p.s. jsou připraveni se svými klienty dále diskutovat o možnostech realizace a financování těchto opatření, včetně podpory při vyhledávání dotačních zdrojů na pokrytí části investičních nákladů.

Doufáme, že tato publikace pro vás bude představovat zajímavý zdroj inspirace a nápadů pro konkrétní kroky při snižování nákladů a zefektivňování spotřeby energie potřebné pro provoz vašich organizací.

Petr Laník
Manažer TOP ENERGY programu

Cesta k financování energetických projektů

TOP ENERGY PROGRAM



1/TOP Energy program

TOP Energy program

Úvod

Členství České republiky v Evropské unii s sebou přináší celou řadu příležitostí, výzev, ale také povinností a účástí na formulování a realizaci společných politik a trendů. Velkou výzvou současnosti je starost o energii, a to jak z pohledu výroby a distribuce, tak z pohledu její úspory a s tím přímo související ochrana životního prostředí.

Státní politika životního prostředí České republiky si za svůj cíl stanovila do roku 2010 dosáhnout 6% podílu spotřeby energie z obnovitelných zdrojů (OZE) na celkové spotřebě primárních zdrojů energie (PZE) a 8% podílu elektřiny z OZE na hrubé spotřebě elektřiny.

TOP Energy program České spořitelny je soubor komplexních služeb a produktů poskytovaných skupinou České spořitelny, podporující přípravu a realizaci inovativních energetických projektů v oblasti úspory energie a její výroby z obnovitelných zdrojů. Program zahrnuje informační servis, poradenství, financování i projektové řízení.

Top Energy program navazuje na dlouholeté zkušenosti České spořitelny s financováním energetických projektů a mezinárodní spolupráci se společností IFC (The International Finance Corporation), která je členem World Bank Group.

Naše zkušenosti tak můžete využít ve svůj prospěch.

Informace

Poskytneme informace o:

- výrobě energie z obnovitelných zdrojů (malé vodní elektrárny, výroba energie spalováním biomasy, výroba energie spalováním bioplynu, solární energetické systémy, větrné elektrárny)

- možnostech energetických úspor (nové technologie, postupy, materiály...)
- možnostech podpory ze strukturálních fondů EU a ostatních dotačních titulů

Jaké výhody nabízí TOP Energy program...

- komplexní pomoc s přípravou projektů
- výběr způsobu financování, identifikace dotačního titulu, přípravu žádosti o dotaci
- zvýhodněné podmínky financování s možností odkladu splácení po dobu výstavby
- sladění podmínek realizace projektu s podmínkami konkrétního dotačního titulu
- dlouhodobé financování dle potřeb konkrétního projektu
- poradenství v průběhu realizace i po jeho ukončení

Poradenství

Poradíme – jak:

- připravit PROJEKT s ohledem na specifické oblasti projektů v energetice
- využít DOTACE ze strukturálních fondů a ostatních dotačních titulů
- zajistit FINANCOVÁNÍ projektu
- využít možnosti NEZÁVISLÉHO MONITOROVÁNÍ PROJEKTU bankou

Zapojení banky již během přípravy projektu Vám pomůže optimalizovat jednotlivé části projektu tak, aby související financování bylo maximálně efektivní a výnos pro investora co nejvyšší.

Financování

Česká spořitelna nabízí financování:

- respektující plně specifika energetických projektů
- jak existujícím subjektům, tak účelově založeným projektovým společnostem
- vhodně doplňující poskytované dotace

Řešení

S využitím Finanční skupiny České spořitelny nabízíme klientům komplexní řešení v oblasti energetických projektů, která zahrnují např.:

- osvědčené i inovativní modely financování
- kombinace vhodných finančních nástrojů a speciálních produktů banky s dostupnými dotačními tituly

FINESA

Dlouhodobý investiční úvěr šitý na míru projektům z oblasti OZE

Hypoteční úvěr

TOP PODNIK

Záruční programy (ČMZRB, PGRLF, nových finančních nástrojů EU, ...) – kombinace výše uvedených produktů včetně návaznosti na dotační tituly

- zpracování:
 - podnikatelského záměru
 - sjednání energetického auditu
 - studie proveditelnosti
- pomoc s přípravou výběrového řízení
- návrh optimální struktury financování
- přípravu projektu a komplexní zpracování žádosti o dotace
- dotační management

Komu je určen...

- velkým společností a firmám
- malým a středním podnikatelům s ročním obrátem od 30 mil. Kč
- klientům z veřejného a neziskového sektoru – kupř. obcím, městům a krajům bytovým, družstvům, společenstvím vlastníků zdravotnickým a školským zařízením podnikům veřejných služeb společným podnikům soukromého a veřejného sektoru

Kam se obrátit

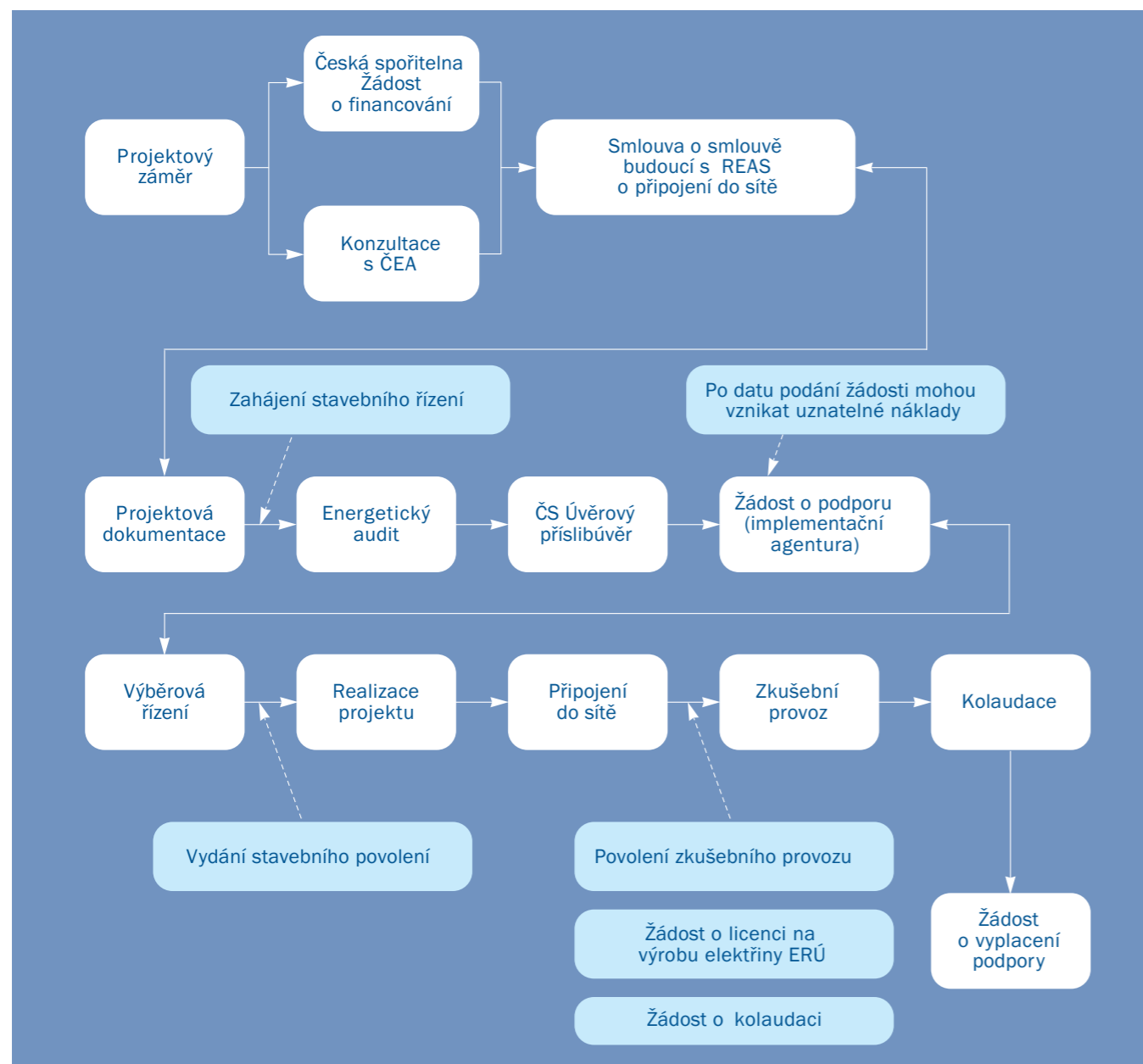
Další informace jsou k dispozici na: www.csas.cz/energy.

Informace o podmínkách poskytuje rovněž:

Česká spořitelna, a.s., centrála
Budějovická 1912, 140 00 Praha 4

Modrá linka: 844 111 164
E-mail: topenergy@csas.cz

Doporučený postup pro přípravu projektu výroby energie z OZE



Vytápění budov v sektoru služeb a průmyslu

ÚSPORY ENERGIE



2/Vytápění budov v sektoru služeb a průmyslu

Ing. Bohuslav Málek, CSc.

Formy vytápění

V této kapitole se věnujeme popisu základní problematiky úspor energie v oblasti vytápění – ovšem pouze z hlediska technického. Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících výslednou spotřebu energie v dané budově může být i forma jejího vlastnictví. Zahraniční odborné studie totiž dokládají, že spotřeba energie v budovách pronajímaných a vyžívaných jinými subjekty, než je jejich vlastníci, je v průměru až o 20 % vyšší než spotřeba energie v budovách využívaných přímo jejich vlastníkem...

Z technického hlediska je způsob vytápění do značné míry dán typem budovy a charakterem jejího využití. Nejběžnějším způsobem vytápění je teplovodní systém s topnými tělesy (radiátory) v každé místnosti. U větších budov bývá tepelná pohoda zajištěna klimatizačním systémem, který zabezpečuje nucenou výměnu vzduchu v jednotlivých místnostech a úpravu jeho parametrů, tj. teploty a případně vlhkosti. V obou případech je zdroj tepla centrální, tedy domovní kotelna (případně etážový kotel) nebo předávací stanice napojená na systém centrálního zásobování teplem města nebo areálu budov.

Dalším běžným možným způsobem vytápění je přímé použití elektřiny, tj. instalace přímotopných těles nebo akumulčních kamen do jednotlivých místností.

Technologické možnosti zdrojů tepla

Zdroj tepla na vytápění by měl odpovídat potřebě zásobovaného objektu, respektive jeho uživatelů. U starších budov, jejichž technický stav a způsob využívání se v průběhu let změnil, je proto žádoucí vhodnost velikosti, typu a uspořádání tepelného zdroje prověřit.

Velikost zdroje, provozní pružnost

Vlastní kotelna nebo předávací stanice (v případě napojení na centrální systém zásobování teplem) by měla umožnit dodávku tepla odpovídající okamžité potřebě. Je-li zdroj vybaven jednotkami o výrazně vyšší kapacitě, vede to k nutnosti přerušovaného provozu a provozování na malém relativním zatížení s nízkou

účinností. Tento stav je typický pro objekty, kde se charakter spotřeby výrazně změnil (např. po uzavření některých provozů s technologickou spotřebou) a po celkovém zateplení budov.

Základní zásadou při návrhu změn na zdroji je nejprve zvážit všechna opatření na straně spotřeby a teprve potom dimenzovat kapacitu zdroje a skladbu jednotek na nové podmínky. Možnost úprav závisí podstatnou měrou na typu kotlů, především používaném palivu, jejich technickém stavu a na řadě dalších specifických podmínek. V úvahu přicházejí různá opatření, počínaje zdokonalením regulačního systému, optimalizace podmínek spalování, výměna hořáků až po zásadní změny koncepce zdroje. V případě starší výměňkové stanice s rozměrnými trubkovými výměňky lze doporučit náhradu moderní kompaktní stanicí s minimálními vlastními tepelnými ztrátami a kvalitním regulačním systémem.

Náklady na provoz a paliva

Obecně platí, že kvalitnější palivo je sice dražší, ale umožňuje efektivnější využití primární energie díky lepší účinnosti spalování a lepším možnostem regulace výkonu. S rostoucí dostupností ušlechtilých paliv přešla většina kotelen používajících uhlí na topný olej a dále na zemní plyn. Zemní plyn je z technického hlediska palivem nejvhodnějším, moderní kotle jsou k dispozici od kapacity jednotek kW po desítky MW s účinností přesahující 90 %, v případě kondenzačního provedení s využitím skupenského tepla vodní páry může účinnost vztažená na výhřevnost přesáhnout i 100 %. Přes významný cenový nárůst zůstává zemní plyn nejvhodnějším palivem pro kotelny zajišťující vytápění budov i menších průmyslových objektů, zvláště v městských lokalitách.

Za určitých podmínek může být vhodným alternativním palivem biomasa (zpravidla dřevní štěpka). Instalace vyžaduje dostatečný prostor nejen pro samotný kotel včetně příslušenství (podávání paliva a odpopelňování), ale i pro skladování biomasy a dále nutnost prověření její dostupnosti a cenové přijatelnosti. Vybudování biomasové kotelny je nákladná záležitost, ale takovýto projekt může získat investiční podporu z veřejných prostředků. Typické uspořádání nového zdroje je jeden kotel na biomasu zajišťující základní zatížení a plynový kotel sloužící pro špičkování a jako záloha.

Při vhodných podmínkách lokality a uspořádání budovy a typu otopného systému lze pro účely vytápění zvážit i použití solárních kolektorů. Úspěšná aplikace vyžaduje instalaci objemného akumulátoru tepla. Tento obnovitelný zdroj energie s ohledem na dosažitelnou teplotu vody je však vhodný spíše pro ohřev či předehřev teplé užitkové vody.

Podrobněji se problematice využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění i ohřev vody nebo výrobu elektrické energie věnujeme v samostatných kapitolách.

Elektrické vytápění

Elektřina jako nositel energie patří na stupnici kvality na samotný vrchol. Náklady na instalaci jsou ve srovnání s ostatními způsoby vytápění nejnižší, komfort obsluhy a kvalita regulace je vysoká. Jednotková cena energie je ovšem též zpravidla nejvyšší ve srovnání s ostatními palivy. Výhodnost tohoto řešení proto závisí na celkových nákladech na instalaci a provoz za zvažované období.

Podle technického řešení se může jednat o vytápění akumulční nebo přímotopné.

Akumulační způsob vyžaduje zásobník tepla, který se nabíjí v době nízkého tarifu odběru elektřiny, zpravidla 8 hodin za den. Jedná se buď o akumulční kamna, kde jsou ohřívány šamotové cihly a teplo je následně vybavováno nuceným prouděním vzduchu ventilátorem, nebo o zásobní nádrž s vodou v případě teplovodního systému.

Přímotopné elektrické vytápění počítá s odběrem elektřiny po většinu dne, zpravidla v celkovém trvání 20 hodin za den. Při odpojení v době odběrové špičky se musí vnitřní teplota udržet díky akumulčním schopnostem budovy. Technicky se jedná buď o konvektivní topidla ohřívající vzduch, který cirkuluje v místnosti, nebo o sálavé panely umístěné na stropě nebo stěnách, které druhotně ohřívají podlahu, zařizovací předměty a stěny tepelným zářením.

Elektrické vytápění může vycházet výhodně v některých speciálních případech, kdy napojení na rozvod zemního plynu není k dispozici nebo je investičně náročné a kdy klasické otopné systémy vyžadují celkovou nákladnou rekonstrukci.

Vytápění přímotopnými plynovými jednotkami

V sektoru průmyslu je rozšířené vytápění i přímotopnými plynovými jednotkami, které se dělí na konvektivní a sálavé.

Konvektivní jednotky, zpravidla zavěšené pod střešou haly, ohřívají vzduch a nuceným prouděním ho usměřují po výšce prostoru haly tak, aby teplotní profil byl pokud možno rovnoměrný. Eliminuje se tak stav, kdy při klasickém způsobu vytápění nástěnnými výměňky teplý vzduch stoupá vzhůru, což způsobuje velké tepelné ztráty střešou, zatímco ve spodní části haly je chladno. Podle rozměrů haly a prostoru určeného k vytápění je třeba volit počet jednotek, jejich uspořádání a směrování proudu vzduchu.

Výhodou sálavého způsobu vytápění jsou nižší tepelné ztráty budovy, protože sálavá složka vytvoří příjemnou tepelnou pohodu pro obsluhu ve vymezeném prostoru při nižší průměrné teplotě vzduchu. Tento způsob není však použitelný vždy, záleží i na typu výrobní technologie. Záříče se v principu dělí na světlé a tmavé. U světlých záříčů probíhá spalování plynu bezplamenným katalytickým způsobem na keramických destičkách při teplotě jejich povrchu cca 900 °C. U tmavých záříčů tvoří záříč plynová trubice, do níž vstupují spaliny z hořáku o teplotě cca 500 °C a průchodem se ochladí na cca 250 °C. Každý z obou typů má své přednosti i nevýhody. Návrh je třeba přizpůsobit charakteru a potřebě vytápěných pracovišť. Světlé záříče jsou vhodné pro prostory se střídající se teplotou, jako jsou vstupní zóny, tmavé záříče pro prostory s ustálenými teplotními poměry. V praxi je vhodné použít kombinaci obou typů.

Decentralizace

Jak už bylo uvedeno, ušlechtilá paliva umožňují podstatně širší možnosti použití a přizpůsobení výrobní kapacity tepla jeho potřebě. Původní centrální kotelny byly nutným řešením v době, kdy palivem bylo uhlí nebo těžký topný olej. Rozvody tepla z centrálního zdroje vždy způsobují určitou dodatečnou tepelnou ztrátu, která je významná zejména v tom případě, že skutečně dodávané teplo je menší než původní potřeba, na niž byly rozvody dimenzovány.

V takovéto situaci může být vhodným řešením zrušení

centrální kotelny a rozvodného systému a vybudování několika menších zdrojů v místech spotřeby. Toto řešení je typické pro areál s několika samostatnými budovami, které jsou od sebe vzdáleny a mají i různý charakter spotřeby. Konkrétní řešení je třeba vždy navrhnout pro dané specifické podmínky.

Pokud je objekt napojen na dodávku tepla ze systému CZT, je třeba případné odpojení a výstavbu vlastního zdroje pečlivě zvážit. Hlavním důvodem pro odpojení bývá zpravidla vyšší cena tepla ve srovnání s přímými provozními náklady na vlastní kotelnu. Důležitou složkou celkových nákladů jsou však i náklady na financování výstavby vlastního zdroje rozpočtené do ceny vyrobeného tepla. Ty se mohou případ od případu značně lišit, neboť investiční náklady budou záviset na vhodnosti místních podmínek, tj. především na dostupnosti kapacity rozvodů zemního plynu a stavebních nákladech na zřízení kotelny a odkouření. Domovní kotelna bude vždy vyžadovat určitou péči a starosti s údržbou a řešením oprav. CZT naproti tomu představuje komplexní službu, kde veškeré náklady spojené s dodávkou tepla jsou již zahrnuty v jeho ceně. Pokud se některý odběratel, který k vybudování vlastní kotelny má příznivé podmínky, odpojí od CZT, bude to mít nutně negativní vliv na odběratele ostatní, protože fixní náklady centrálního systému bude nutno rozpočítat na menší prodej tepla. Významnou předností centrálně dodávaného tepla je podstatně lepší rozptylování emisí znečišťujících látek při spalování paliv na centrálním zdroji převážně mimo město. V případě početnějšího odpojování odběratelů to může vést k rozpadu CZT, jehož důsledkem bude výrazný nárůst imisního zatížení oblasti (nárůst oxidu dusíku z lokálních plynových kotlů).

Regulace spotřeby a organizace systému vytápění

Vytápěním se udržuje vnitřní teplota v budově na požadované hodnotě. Dodávaný tepelný výkon v rovnovážném stavu pokrývá ztráty tepla prostupem obálkovou konstrukcí stavby a tepla potřebného na ohřev vyměňovaného vzduchu větráním a infiltrací. Spotřeba tepla na vytápění proto závisí na dvou faktorech: 1) tepelně izolačních vlastnostech obálkové konstruk-

ce, tj. na kvalitě použitých materiálů a jejich tloušťce a těsnosti výplní stavebních otvorů (tj. oken a dveří) a 2) na hodnotě vnitřní teploty v budově.

Výpočtovou teplotu v jednotlivých místnostech různých typů budov podle jejich určení uvádí norma ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. Celou problematiku chování stavebních konstrukcí a stavů vnitřního a vnějšího prostředí popisuje obsáhlá technická norma ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Možnosti zvýšení tepelného odporu konstrukce jsou popsány v samostatné kapitole této příručky věnované zateplování. Udržování správné vnitřní teploty v místnostech musí zajistit regulační systém vytápění.

Regulace vnitřní teploty

Systém vytápění by měl teoreticky být navržený právě na dosažení požadované vnitřní teploty v jednotlivých místnostech v návrhových podmínkách. Skutečné podmínky jsou vždy poněkud odlišné, a proto je třeba výkon vytápění individuálně regulovat tak, aby nedocházelo k jejímu překračování. Často citovaným příkladem je cca 6% nárůst roční spotřeby tepla na vytápění při trvalém zvýšení vnitřní teploty v topném období o 1 °C¹.

Nejčastějším typem vytápění je teplovodní systém. Na výstupu ze zdroje se udržuje taková teplota topné vody, aby se dosáhlo požadované teploty v místnosti s nejméně příznivými podmínkami. Průtok topnými tělesy v ostatních místnostech je třeba omezit tak, aby klesl jejich výkon a tyto místnosti se nepřetápěly. Tuto funkci v menších budovách zpravidla vykonávají termostatické hlavice, které přímo ovládají regulační ventily na radiátorech. Ve větších budovách s řadou otopných těles se teplota výstupní vody nastavuje zvlášť pro jednotlivé větve otopného systému, které zásobují obdobné typy místností. Typická je nutnost oddělení rozvodů alespoň pro místnosti na severní a jižní resp. západní straně budovy, kde významnou roli hrají tepelné zisky osluněním.

Dalším zdrojem úspor je zavedení útlumových režimů, kdy se teplota v celé budově nebo vybraných částech sníží na dobu, kdy příslušné prostory nejsou využívány. Změna topného výkonu musí odpovídat akumulacím schopnostem budovy a musí být splněny požadavky na tepelnou stabilitu podle výše citované

normy, tj. teplota smí poklesnout jen o určitou hodnotu závislou na typu budovy a způsobu využití prostor.

Větrání

Výměna vzduchu je nezbytnou součástí udržování kvality vnitřního prostředí. Intenzita výměny vzduchu se vyjadřuje poměrným číslem udávajícím kolikrát za hodinu se vnitřní objem vzduchu v místnosti má vyměnit. Obvyklá hodnota pro obytné budovy a budovy podobného charakteru je 0,5 M³ / hodinu².

V prostorech, kde pobývají lidé, musí být zajištěno minimální množství přiváděného venkovního vzduchu 50 m³/h, osobu – pro práci převážně vsedě, 70 m³/h, osobu – pro práci převážně vstoje a při chůzi a 90 m³/h, osobu – při těžké fyzické práci. V místnostech, kde je povoleno kouření, se zvyšuje množství venkovního vzduchu o 10 m³/h, osobu. Pro pracovní prostory s přístupem veřejnosti (např. obchody) se zvyšuje množství venkovního vzduchu úměrně předpokládané zátěži (nakupujícími) osobami (počet osob v prostoru se zvyšuje podle kritéria 0,2 až 0,3 osoby/m² podlahové plochy). Pro snížení provozních nákladů systému je důležité vědět, že při venkovních teplotách vyšších než 26 °C a nižších než 0 °C může být množství venkovního vzduchu zmenšeno, nejvýše však na polovinu.

Větrání se uskutečňuje buď přirozeným způsobem infiltrací vzduchu spárami oken a dveří, nebo nuceně pomocí klimatizačních zařízení. v případě průmyslových provozů nebo nových kancelářských budov se v naprosté většině případů využívá nucený přívod vzduchu.

K přirozenému větrání dochází tahovým účinkem vznikajícím vlivem rozdílných teplot vnitřního a venkovního vzduchu a dynamickým tlakem větru na návětrné straně fasády. Pokud je díky dobré těsnosti spár a bezvětrí přirozená infiltrace malá, je třeba větrání zajistit nárazově otevíráním oken. Takové větrání má být krátké a intenzivní, aby se vzduch v místnosti rychle vyměnil a přitom se neochladily vnitřní předměty a zdi místnosti.

Čerstvý venkovní vzduch je třeba ohřát na požadovanou vnitřní teplotu v místnosti. U dobře zateplené budovy představuje ztráta větráním srovnatelnou hodnotu se ztrátou prostupem.

Pro zajištění minimálních provozních nákladů volbou

vhodné koncepce vzduchotechnické jednotky pro nucený přívod vzduchu je třeba úzké spolupráce s architektem stavby již od samého počátku. Je to dáno poměrně vysokou prostorovou náročností na vedení potrubních rozvodů, jejichž dimenze (při dodržení všech zásad proudění vzduchu ve vzduchovodech) nejsou nezanedbatelné. Jednoznačně by totiž měly být projektovány vzduchové systémy s možností zpětného získávání tepla a s možností využití oběhového vzduchu. Prostorová náročnost potrubních rozvodů je zřejmá: upravený vzduch je třeba přivést do požadovaného místa v objektu, znehodnocený (či částečně znehodnocený) vzduch se musí z tohoto místa dopravit zpět do strojovny.

Hlavní zásady navrhování nových otopných soustav a možnosti jejich rekonstrukcí

Východiskem pro návrh systému vytápění musí být vždy podrobné informace o stavebně technickém návrhu budovy a způsobu jejího využívání. Je třeba stanovit tepelné ztráty jednotlivých místností a požadavky na výměnu vzduchu. Správné zásady návrhu a montáže upravují technické normy³.

Teplovodní vytápění

Vedle splnění požadavků na vnitřní prostředí v návrhovém stavu, tj. zpravidla při nejnižší (výpočtové) venkovní teplotě, je třeba myslet i na hospodárny provoz v průběhu celého topného období, kdy potřebný výkon je podstatně nižší a v jednotlivých místnostech se uplatňují tepelné zisky (sluneční svit a vnitřní zdroje tepla). Rozvodný systém by proto měl být navržen tak, aby výkon topení bylo možno efektivně regulovat. U menších objektů postačí přímočinné termostatické regulační ventily na radiátorech, u rozsáhlejších systémů s velkým počtem místností s rozdílným režimem využití je vhodné individuální regulaci v místnostech ovládat dálkově z jednoho řídicího centra (tzv. IRC systém – Individual Room Control). V objektech s velkými společnými prostory je třeba rozvody tepla uspořádat do samostatných větví, kde potřebnou výstupní teplotu vody ze zdroje lze nastavit zvlášť pro každou

větev (např. dle polohy vytápěných prostor vůči světovým stranám).

Rekonstrukce rozvodů

Po dodatečně provedených změnách v rozvodném systému (např. doplnění nových podružných větví, osazení termostatických hlavíc) se hydraulické poměry mohou významně změnit. V takových případech je třeba provést hydraulické vyregulování systému spočívající ve výpočtové kontrole hydraulických poměrů a navržení vhodných úprav (výměna oběhových čerpadel, vřazení dodatečných odporů na některých větvích).

Tepelné rozvody umístěné uvnitř budovy jsou další teplosměnnou plochou a jejich tepelné ztráty proto musí být zohledněny při návrhu otopných těles. Pouze v prostorech s nižší návrhovou teplotou je třeba rozvody opatřit izolací, aby nedocházelo k přetápění těchto prostor. Konkrétní řešení je třeba navrhnout na základě výpočtu.

Vedle palivových nákladů, resp. nákladů na nákup tepla v případě CZT, je třeba posoudit i další složky provozních nákladů, zejména náklady na opravy a údržbu zařízení, náklady na elektřinu a další provozní hmoty, zejména pro úpravu a doplňování vody.

Údržbové náklady závisejí na stavu zařízení – při zvažování případné výměny dožitých kotlů je třeba zahrnout vedle úspory paliva díky lepší účinnosti i eliminaci nákladů na opravy a vyšší provozní spolehlivost. Spotřebu elektřiny podstatnou měrou určuje pohon oběhových čerpadel topné vody a dále ventilátorů kotlů. Standardním řešením u těchto pohonů je regulace otáček pomocí frekvenčních měničů, které přinášejí oproti regulaci škrcením významné úspory. Moderní elektromotory konstruované speciálně pro tyto aplikace mají rovněž nižší spotřebu ve srovnání s jejich staršími předchůdci.

Potřeba doplňování přídatnou vodou by měla být eliminována na nezbytné minimum pro nové napouštěcí systému nebo jeho částí při opravách. Netěsnosti a následná nutnost doplňování vede vedle přímých nákladů na vodu i ke zvýšení nebezpečí koroze systému z vnitřní strany. Standardním řešením udržování tlaku v systému při změnách teploty je automatická jednotka používající k odpouštění a zpětnému dopouštění vody tlakovou zásobní nádrž, kde vodní

prostor je uzavřen pohyblivou membránou, takže nedochází ke styku vody se vzduchem, jako tomu bylo v případě nádoby beztlaké.

Vytápění průmyslových areálů

Budovy průmyslového charakteru se na rozdíl od obytných a administrativních budov vyznačují především velkými rozměry vytápěných prostor a často i přítomností technologického výrobního zařízení, které je zpravidla energeticky náročné. Systém vytápění pak zajišťuje dodatečný přívod tepla a výměnu vzduchu pro vytvoření pracovních podmínek pro obsluhu i samotný proces nebo pro temperování těchto prostor při odstávce výroby. V jiných případech se naopak může jednat o budovy bez vytápění s omezenou přítomností obsluhy.

Náhrada parních rozvodů

Typickou teplonosnou látkou používanou v průmyslových areálech byla v minulosti pára, která sloužila především pro samotnou technologii, ale byla používána i pro vytápění. V řadě podniků došlo k postupnému snížení spotřeby páry díky změnám používaných výrobních procesů nebo jejich útlumu a přechodu na jiné způsoby využití prostor. Původní parní rozvody při podstatném snížení přenášeného tepla se stávají velmi neefektivními. Pára se při pomalém proudění ochladí a začne kondenzovat, čímž podstatně vzroste přestup tepla a tepelné ztráty. Do vzdálenějších odběrných míst s malým odběrem se dostane směs páry a kondenzátu a zásobované systémy ztrácejí svou funkčnost.

Další podstatnou nevýhodou parních rozvodů jsou problémy s odváděním kondenzátu. Nefunkční sběrače kondenzátu způsobují průnik páry do kondenzátového systému a její následný únik, čímž se spotřeba významně zvyšuje.

V takovémto případě je třeba přejít na jiný způsob vytápění. Možností řešení je celá řada. Podle charakteru vytápěných prostor se může zvolit přestavba kotelny na teplovodní a instalace teplovodních rozvodů nebo decentralizace systému vytápění s lokálními

teplovodními zdroji a konvektivními nebo sálavými teplovodními panely.

Druhým řešením jsou přímotopné plynové jednotky, opět buď konvektivního, nebo sálavého typu.

Všechny tyto moderní technologie mají za sebou desetiletí vývoje a o volbě konkrétního řešení je třeba rozhodnout pro každý jednotlivý případ samostatně.

Zpětné získávání tepla

Některé výrobní technologie mají velkou spotřebu tepla, které v daném procesu nelze plně využít, především s ohledem na jeho požadovanou vyšší teplotní úroveň. Příslušné odpadní teplo lze však případně zužitkovat v jiném procesu vyžadujícím nižší teplotu, a snížit tak spotřebu primární energie. Možnosti zpětného získávání tepla a jejich kombinaci je třeba prověřit u jednotlivých technologií (tzv. pinch analýza) rovněž tak jeho využití pro účely vytápění. Typickým příkladem je např. využití tepla výstupních spalin z technologických pecí pro přehřev topné vody. Problémem bývá skutečnost, že technologické odpadní teplo bývá k dispozici v přerušovaných cyklech, zatímco možnosti jeho uplatnění mají jinou závislost, takže efektivita využití závisí na jejich souběhu, který je z části náhodný. Předávání tepla může být dále ztíženo znečištěním odpadních médií, které vede k zanášení teploměrných ploch. Přesto tento potenciál může být významný a stojí za detailní analýzu.

Shrnutí – doporučená opatření pro dosažení úspor při vytápění

Návrh opatření vždy musí vycházet z konkrétní situace a zohledňovat technický stav stávajících zařízení. Na rozdíl od zateplování, které má i u starších budov obvykle příliš dlouhou návratnost, vycházejí technická opatření na technologickém zařízení pro vytápění zpravidla ekonomicky výhodněji. Typická opatření lze rozdělit do skupin podle výše nákladů:

Nízkonákladová opatření

Administrativní opatření: energetický management

– důsledné sledování spotřeb a nákladů, optimalizace režimů vytápění; u průmyslových podniků měření spotřeby tepla po střediscích. Dosažené úspory mohou činit 2 – 5 % a návratnost je rychlá (několik měsíců až max. jednotky roků).

Změna tarifních podmínek odběru plynu nebo tepla v případě CZT. Propočtení variant jiného nastavení hodnot při dvousložkovém tarifu a projednání alternativních podmínek dodávky s distributorem.

Pravidelná péče o technická zařízení: seřízení hořáků kotlů, nastavení regulačního systému dle měnících se podmínek, kontrola těsnosti systému. Možné úspory jsou opět v řádu do několika jednotek procent s poměrně rychlou návratností.

Středněnákladová opatření

Tato opatření mohou přinést úspory kolem 10 % a jejich návratnost je obvykle v rozmezí 5 – 10 let.

Modernizace řídicího systému s důsledným uplatněním ekvitermní regulace (automatického nastavování teploty topné vody v závislosti na venkovní teplotě).

Optimalizace systému rozvodů: hydraulické vyregulování systému, případně jeho rozdělení na samostatné větve, osazení otáčkové regulace oběhových čerpadel, zpravidla včetně výměny čerpadel za moderní jednotky. Centrální řízení parametrů jednotlivých větví rozvodu je nezbytné zejména pro budovy s většími vytápěnými prostory, jako jsou školy (velké učebny, tělocvičny), administrativní budovy se společnými prostory („open space“) a teplovodně vytápěné průmyslové provozy.

Výměna hořáků kotlů, které zajistí vyšší účinnost spalování a nižší hodnoty emisí.

Osazení termostatických ventilů na otopných tělesech vhodné v případě budovy se samostatnými místnostmi, jako jsou menší kanceláře, hotely, domovy seniorů apod.

Vysokonákladová opatření

Tato opatření mohou přinést úspory až několik desítek procent a jejich návratnost bývá od několika roků až po deset či více let, vzhledem k dlouhodobé životnosti však bývají ekonomicky zajímavé.

Změna otopného systému, např. decentralní vytápění přímotopnými plynovými jednotkami u průmyslové haly (podstropní konvektory nebo sálavé panely – ty mohou zajistit oproti nástěnným teplovzdušným jednotkám až 40% úsporu spotřeby tepla).

Využití obnovitelných zdrojů tepla, např. instalace solárních panelů pro ohřev vody.

Zpětné získávání tepla, např. doplnění systému rekuperace tepla u klimatizačních jednotek, využití technologického odpadního tepla u průmyslových provozů.

Výměna zdroje tepla, tj. dožitých kotlů resp. předávací stanice tepla, případně v kombinaci **s přechodem na jiný zdroj energie**, např. instalace kotle na biomasu, tepelného čerpadla.

Zateplování budov a výměna oken

3

¹ Při průměrné venkovní teplotě v topném období 3,5 °C a vnitřní teplotě 18 °C je střední teplotní rozdíl 14,5 °C, k a jeho nárůst o 1 °C představuje relativní změnu 6,9 %. Pro vnitřní teplotu 22 °C znamená stejný nárůst teploty změnu teplotního rozdílu a tudíž i spotřeby tepla o 5,4 %.

² Podrobné požadavky na výměnu vzduchu uvádějí zvláštní předpisy, např. vyhláška MZd ČR č. 464/2000 Sb., nařízení vlády č. 107/2001 Sb., vyhláška MZd ČR č. 108/2001 Sb. a nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

³ ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž

3/Zateplování budov a výměna oken

Ing. Petr Zahradník

V době rostoucích cen energie se stále více vyplatí investovat do zateplení staveb. Růst cen za energii je markantní a rychlý a podle předpokladů bude nejspíš pokračovat i v příštích letech. Důvodů k zateplení je však několik, kromě snížení provozních nákladů i estetika a životnost budovy či její hodnota na trhu nemovitostí. Jaké jsou tedy základní otázky a předpoklady pro úspěšné vylepšení tepelně izolačních vlastností stávajících budov?

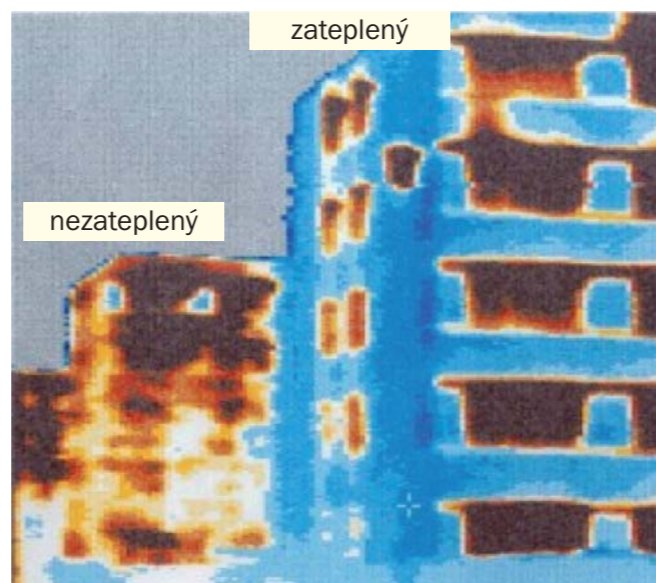
Význam a vliv zateplení

V současnosti je jistě nejdůležitějším důvodem pro zateplování objektu snížení jeho energetické náročnosti na vytápění, a tím i nákladů na provoz. Vychází-li z provedeného energetického auditu, který doporučí vhodná řešení s rozumnou dobou návratnosti investice, dostaneme efektivní řešení, na kterém lze profitovat co do zvýšení kvality a zlepšení vzhledu stavby a přitom přispět k ochraně životního prostředí. Zateplení obecně znamená zhodnocení objektu.

Zateplení objektu má ale i vliv na komfort pro uživatele. Rozložení teplot ve směru od obvodové stěny směrem dovnitř místnosti může být rovnoměrnější, protože teplota na vnitřním povrchu obvodových konstrukcí je po zateplení vyšší a uživatel tak nemá pocit „sálajícího chladu“, který by ho jinak nutil k přitápění, a tím zvyšování spotřeby energie.

Pozitivní vliv zateplení lze sledovat i v samotné obvodové konstrukci, ať už nosné (zděné budovy), nebo jen výplňové (vyzdívka nebo jiná výplň mezi nosnými sloupy). Zateplením je taková konstrukce výrazně lépe ochráněna před někdy až překvapivě velkými teplotními výkyvy danými především slunečním zářením.

Termovizní snímek ukazující unikající teplo ze zatepleného a nezatepleného objektu. Modrá barva odpovídá chladnějšímu povrchu, červené až bílé odstíny jsou teplejší.



Prostup tepla

Vývoj nejsledovanějšího parametru obvodových konstrukcí z hlediska úspor energie při provozu objektu, součinitele prostupu tepla. Tento koeficient udává, kolik wattů unikne jedním metrem čtverečním konstrukce při jednotkovém rozdílu teplot v interiéru a exteriéru :

Období	Obvyklé součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí v různých obdobích výstavby v ČR			
	Součinitel prostupu tepla lambda [W/m²K]			
	Stěna těžká / lehká	Okna / dveře	Střecha plochá / šikmá	Podlaha na kontaktu s terénem
60. léta	1,5	3,5	1,4	2
80. léta	0,9	3	0,8	1,7
1994 - 2002	0,45	2,7	0,28 / 0,35	1
2007	0,38 - 0,25 / 0,3 - 0,2	1,3 / 1,6	0,22	0,6

Tepelně-izolační materiály

Způsob provedení zateplení je nutné volit vždy „na míru“ danému objektu. Ať už se jedná čistě jen o zateplování, celkovou rekonstrukci stávající stavby či o novostavbu, vždy je nutné brát při návrhu zateplování ohled na další související aspekty, jako je využití

stavby (stávající a uvažované do budoucna), předpokládaná životnost stavby atd. U rozsáhlejších staveb se obvykle vychází ze zpracovaného energetického auditu, který tyto aspekty uvažuje a doporučí optimální variantu s reálnou dobou návratnosti investice.

Nejčastější otázkou bývá, jakou izolaci pro objekt zvolit. Nejběžněji používané materiály pro zateplení stěn a střech jsou minerální vata a expandovaný polystyren (EPS), extrudovaný polystyren (XPS) je využíván především při zateplování částí objektů pod terénem, některých typů střech, případně u velmi zatěžovaných podlah.

Tradiční boj mezi minerální vatou a EPS vychází z některých velmi podobných vlastností, jako např. srovnatelný součinitel prostupu tepla či nízká hmotnost. Naopak velmi rozdílné chování mají tyto materiály z pohledu prostupnosti vodních par, požární odolnosti nebo vlivu na iontové mikroklima v budově. Zde jasně vede minerální vata, která umožňuje lepší „dýchání“ konstrukce. Zároveň je nehořlavá, takže se na ni nevztahují omezení aplikovaná u polystyrenu, který nelze použít např. na konstrukcích ve výšce nad 22,5 m od okolního terénu. Výhody minerální izolace jsou ale kompenzovány vyšší cenou.

Extrudovaný polystyren tvoří z hlediska svého využití samostatnou kategorii izolací. Je jedinečný ve své téměř nulové nasákavosti, takže ho lze použít pro tepelnou izolaci spodních staveb – stěn a podlah suterénu a soklové oblasti. Je využíván u některých typů plochých střech.

Méně využívané materiály jsou pěnové sklo a polyuretan. Pěnové sklo vyniká svou vysokou pevností v tlaku, ale také vysokou cenou; není tedy používáno na běžné konstrukce.

U sendvičových izolačních obkladových desek (např. halových objektů) a u stříkaných izolací plochých střech má své uplatnění především polyuretan, kde má částečně i funkci hydroizolační. Aplikuje se především u rekonstrukcí a tam, kde je střecha natolik členitá, že by bylo extrémně pracné provádět hydroizolaci z folií nebo asfaltových pásů.

Způsoby provedení zateplování objektů

Způsoby provedení zateplení se liší podle typu a materiálu konstrukce – tedy zda se jedná o stěny, střechy, suterén, podlahy atd. a z jakého materiálu jsou provedeny. Zvolený technologický postup závisí mimo jiné na velikosti objektu a možnosti přerušit (alespoň částečně) provoz budovy při zateplování stávajícího objektu.

Stěny

Konstrukční řešení zateplení :

Vnější zateplení na stěně:

- **kontaktní** - „celistvá“ skladba bez vzduchových mezer, izolace je nalepena nebo kotvena do stěny (např. zdiva); používá se jak polystyren (pokud splní požární požadavky), tak minerální izolace
- **nekontaktní** - tepelná izolace je také lepena nebo kotvena do podkladu, „nekontaktnost“ spočívá ve vytvoření vzduchové provětrávané mezery mezi touto izolací a vnějším obkladem; tento obklad je pak kotven skrz izolaci do stěny - je nutné vhodně vyřešit tepelné mosty takto vzniklé a zahrnout je do odborného posudku při návrhu konstrukce

Vnitřní zateplení - málo rozšířené řešení, lze ho doporučit pouze tam, kde není jiná možnost, tedy např. u budov památkově chráněných, kde nelze fasádu jakkoli přetvořit; z technického hlediska jde tento systém proti logickým zákonům fyziky a výsledkem je až promrzání stěn a riziko vzniku plísní na vnitřním povrchu; takovýto systém je nutné podrobit pečlivému návrhu a především vyžadovat precizní provedení.

Samostatná konstrukce:

- **sendvičové panely** - obvyklé u halových objektů, kde je kladen důraz na nízkou hmotnost konstrukce; výhodou je rychlá výstavba; problematické bývá řešení tepelných mostů v místě styků panelů; nejobvyklejší jsou kompletní panely plněné polyuretanem nebo panely vytvořené z trapézových plechů s minerální izolací

- **lehký obvodový plášť** - typický pro „skleněné“ administrativní budovy; je tvořen velkými prosklenými plochami, usazenými do kovových (ocelových nebo hliníkových) profilů; takový plášť nelze pochopitelně dodatečně zateplovat, je nutná jeho výměna, podobně jako u oken; typický skleněný boletický panel, používaný v ČR v 70. - 80. letech, způsobuje obrovské úniky tepla nejen kvůli absenci přerušení tepelných mostů, ale i díky výrazným netěsnostem; tyto nedostatky dnešní moderní konstrukce eliminují; výměna je velmi nákladná a znamená přerušování provozu po dobu prací v přilehlých místnostech, je však třeba brát v úvahu nejen hledisko energetických úspor, ale i přidanou hodnotu v estetice, danou takto rozsáhlou úpravou

Ceny různých typů zateplení se zřetelně liší při podobných tepelně-technických parametrech (= podobná úspora energie), což znamená velmi odlišné doby návratnosti. Musíme ale brát v potaz i jiné vzniklé hodnoty – snadnost údržby obkládaných fasád, estetičnost, morální hodnota atd.

Z rozdílu cen pro jednotlivé kategorie zateplení zároveň vyplývá, že cena samotné izolace netvoří nijak výraznou částku, což jednoznačně podporuje argument, že pokud chceme provádět novou fasádu a s ní i zateplení, je vhodné rovnou zateplit více. Pracovní postupy, rychlost provádění, a tudíž i cena práce jsou téměř stejné.

Orientační ceny obvyklých zateplení fasád na m ² plochy (bez DPH)			
Typ zateplení	Kategorie zateplení		
	Pro splnění požadavku normy	Pro splnění doporučené hodnoty normy	Nízkoenergetický standard
Kontaktní (EPS) s omítkou	650 - 750	750 - 900	850 - 1000
Kontaktní (minerální izol.) s omítkou	700 - 850	850 - 1000	950 - 1200
Nekontaktní (minerální izol.) s deskovým obkladem	1200 - 2000	1400 - 2300	1700 - 2600

Pozn.: (1) Platí při návrhu pro standardní klimatické podmínky v interiéru (např. administrativní budovy).
(2) Ceny obsahují materiál funkčního souvrství skladby, neobsahují tedy nosné konstrukce stěn.

Střechy

Typické střešní konstrukce

Obvyklé typy střešních konstrukcí a možné varianty zateplení		
konstrukce	typ dle pořadí vrstev	obvyklá tepelná izolace
plochá střecha	klasická - hydroizolace na tepelné izolaci	minerální; EPS; XPS; pěnové sklo
	obrácená - hydroizolace pod tepelnou izolaci	XPS
	„DUO“ střecha - hydroizol. mezi vrstvami tepelné izol.	EPS + XPS; miner. + XPS
	„PLUS“ střecha - na vrstvě tepelné izolace je umístěna hydroizolace a nad tím další tepelná a hydroizolace	miner. + miner.; EPS + miner.; EPS + EPS
šikmá střecha	dvoupříláhová střecha s provětrávanou dutinou	minerální; EPS
	klasická s provětrávanou dutinou	minerální; EPS
	halová - sendvičová	minerální; polyurethan

Pozn.: EPS – expandovaný polystyren
XPS – extrudovaný polystyren (výrazně pevnější, téměř nenásávkový)

Tepelně izolační materiály jsou v podstatě stejné, jako u stěn, liší se pouze svou pevností v tlaku a případnou povrchovou úpravou. Zajímavými variantami střešního souvrství jsou tzv. DUO střecha a střecha PLUS. Jsou to efektivní řešení, která zachovávají a využívají stávající střešní vrstvy (pokud jsou v dobrém stavu).

Lze tak ušetřit množství materiálu a práce, snížit množství odpadového materiálu, a tedy i náklady.

Dvoupříláhová střecha je vhodná (spíše nutná) především nad vlhkým provozem, kde by jednopříláhová střecha nedokázala zaručit parotěsnost v dostatečné kvalitě a ve střeše by se mohla hromadit vodní pára a vznikat kondenzát.

Halové šikmé střechy jsou obvykle tvořeny konstrukcemi ne nepodobnými konstrukcím stěn hal. I problémy, které je provázejí, jsou obdobné. Mezi největší problémy, které musí projektant řešit, je přehřívání vnitřních prostorů díky minimální (téměř nulové) akumulaci tepla, která je dána nízkou hmotností konstrukce. Lepší zateplení tento problém dokáže alespoň zmírnit, což pro investora znamená nejen úsporu energie při zimním vytápění, ale i nižší náklady na větrání v letním období.

Orientační ceny obvyklých zateplení plochých střech na m ² plochy (bez DPH)			
Typ zateplení	Pro splnění požadavku normy	Pro splnění doporučené hodnoty normy	Nízkoenergetický standard
Klasická střecha	1100 - 1500	1300 - 1700	1500 - 2000
Obrácená střecha	1200 - 1600	1350 - 1750	1600 - 2100
Střecha DUO *)	800 - 1100	1000 - 1400	1300 - 1700
Střecha PLUS *)	800 - 1100	900 - 1300	1200 - 1600

Pozn.: *) U těchto střech se uvažuje výhoda zachování stávajících izolací (pokud jsou v dobrém stavu) a pouze přidání nových vrstev.
(1) Ceny obsahují materiál funkčního souvrství skladby, neobsahují tedy nosné konstrukce střech.

I zde platí poznatek, že cena tepelné izolace tvoří jen menší část z ceny materiálů pro střechu, proto se vyplatí při provádění rekonstrukce střechy rovnou výraznější zateplení, třeba i s využitím již stávající izolace.

Spodní stavba

Zateplování objektu, aby bylo efektivní, je nutné provádět komplexně. Není tedy vhodné zateplit stěny se střechou a soklovou a podzemní část neřešit. U spodní stavby vyvstává navíc nutnost kvalitní ochrany proti vodě. Obvyklé a vhodné řešení je použít extrudovaný polystyren, který v soklové oblasti naváže na izolaci stěn a dále se zavede pod terén. Při dodatečném zateplování je tedy nutné investovat i do této oblasti. Aby úspory energie byly skutečně znatelné a doba návratnosti investice byla tedy co nejkratší, je

nutné toto komplexní řešení.

Ceny samotného zateplení jsou zde vcelku nízké, o ceně rozhoduje např. přístupnost konstrukce, tedy bezprostřední okolí stavby.

Okna

Běžný nezateplený objekt zděné administrativní budovy z 80. let má relativně vysokou hodnotu tepelných ztrát prostupem konstrukcemi, z čehož okny přitom uniká cca 35 % tepla. Pokud provedeme důsledné zateplení neprůsvitných částí objektu a okna necháme původní, ztráty budou samozřejmě menší, ale okna bude unikat už kolem 50 % z celkového unikajícího tepla. Výměna oken by tedy měla být nedílnou součástí zateplování. U mnohých, např. halových objektů navíc cena okenních konstrukcí není relativně tak vysoká vzhledem k obvykle malé procentuální ploše těchto konstrukcí vůči „neprůsvitným“ částem.

Klasické okenní konstrukce, používané v největší míře v bytových, starších administrativních budovách nebo v objektech terciární sféry se liší především v materiálovém provedení rámu. Kromě neznámějších plastových, dřevěných (typicky eurookna) a hliníkových oken jsou k dispozici i okna kombinovaná – dřevohliníková a plastohliníková. Nelze opomíjet ani okna špaletová, která jsou mnohdy využívána při rekonstrukcích památkově chráněných objektů. Dnešním velmi dobrým standardem oken jsou např. 5komorová plastová okna. Nižší požadavky na okenní (a nejen okenní) konstrukce jsou v prostorách s nižší vnitřní teplotou, což představují například podružné prostory, sklady, výrobní haly apod. Konkrétní posudek je na odborníkovi ve spolupráci s projektantem.

Návratnost investice

Předem je nutné poznamenat, že návratnost investice do zateplení, vypočítaná z předpokládaných úspor energie, je vždy relativně dlouhá. Musíme ale vzít do úvahy dva podstatné fakty:

(1) Zateplení s sebou přináší nejen úsporu energie, ale i některé další výhody, které se do výpočtu zahrnout nedají. Je to například zlepšení vzhledu a morálního kreditu budovy nebo zpříjemnění vnitřního klimatu pro uživatele.

(2) Přestože je doba návratnosti investice zdánlivě dlouhá, podstatné je, aby byla kratší, než je doba životnosti provedené úpravy. Uvedme si příklady:

Příklad 1 – zateplení administrativní čtyřpodlažní budovy z roku 1938

Zděná stavba s vysokými stropy, dřevěná okna za hranicí své životnosti. Vytápí se dálkovým teplem z teplárny, stejně tak je prováděn ohřev vody. Obestavěný prostor budovy je asi 45 000 m³, užitná plocha asi 8 500 m².

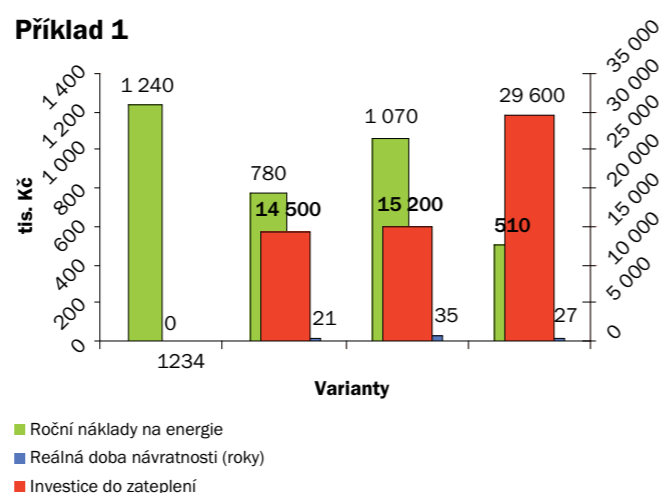
Jsou zvoleny následující 3 varianty provedení zateplení. Varianta 1 je pouze srovnávací, jde o stávající stav budovy. Varianta 2 zahrnuje zateplení stěn izolací tloušťky 140 mm a ploché střechy izolací tloušťky 200 mm. Varianta 3 zahrnuje výměnu všech oken, dveří a prosklených částí tak, aby splňovaly příslušnou doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2 (z dubna 2007). Varianta 4 sestává z úprav prováděných v obou předchozích.

Varianty řešení zateplení budovy				
Varianta	1	2	3	4
Zateplení stěn	-	ano	-	ano
Zateplení střechy	-	ano	-	ano
Výměna oken, dveří a ostatních prosklených ploch	-	-	ano	ano
Náklady (tis.Kč)	0	14500	15200	29600
Tepelná ztráta (kW)	760	495	650	380
Tepelná ztráta (%)	100	65	85	49
Spotřeba energie na vytápění a ohřev vody (GJ)	4200	2600	3600	1700
Náklady na energii (tis.Kč/rok)	1240	780	1070	510

Nejnákladnější variantou je pochopitelně varianta č. 4. V cenovém srovnání je již orientačně počítáno s výrazně vyššími náklady na prováděné práce kvůli zvýšeným požadavkům na použité prvky kvůli památkové ochraně budovy. Následuje finanční ohodnocení uvažovaných variant projektu:

Finanční hodnocení			
Varianta	2	3	4
Celkové investiční náklady - z vlastních prostředků (tis.Kč)	14500	15200	29600
Úspora na energiích (tis.Kč/rok)	480	175	750
Diskontní sazba	2%		
Prostá doba návratnosti	25	50	34
Reálná doba návratnosti	21	35	27

Příklad 1



Varianta 3 je v tomto případě méně výhodná oproti variantě 2. Je to neobvyklé, tepelné ztráty starými okny bývají tak velké, že návratnost výměny oken bývá nižší. Zde je vidět velký vliv vysoké ceny nadstandardních oken, která si vyžádala památkový dohled. Celkové zateplení ve variantě 4 lze doporučit z hlediska logiky, estetičnosti, zvýšení morální životnosti, a tím i kreditu celé stavby. Doba návratnosti se zdá relativně vysoká, ale z pohledu stavební konstrukce, jejíž životnost je uvažována kolem 40 let, se jedná o výhodnou investici.

Příklad 2 – administrativní budova z konce 70. let

Budova byla vybudována v roce 1979. Jedná se o 9podlažní multifunkční budovu, využitou částečně pro administrativní a komerční účely. Objekt má jedno podzemní podlaží, využívané pro skladování a jako kotelna. Střecha je plochá železobetonová, čelní stěny jsou železobetonové panelové, hlavní fasády jsou tvořeny, pro dobu vzniku typickým, boletickým panelem (skleněná fasáda; částečně je sklo neprůsvitné s minerální izolací v místech parapetů).

Vytápí se dálkovým teplem z teplárny, stejně tak je prováděn ohřev vody. Obestavěný prostor budovy je asi 18 800 m³, užitná plocha asi 5 500 m².

Jsou zvoleny následující 3 varianty provedení zateplení. Varianta 1 je pouze srovnávací, jde o stávající stav budovy. Varianta 2 zahrnuje zateplení stěn izolací tloušťky 160 mm, výměnu boletických panelů za nový prosklený lehký obvodový plášť a výměny oken. Varianta 3 zahrnuje zateplení ploché střechy izolací tloušťky 200 mm. Varianta 4 v sobě zahrnuje předchozí dvě varianty.

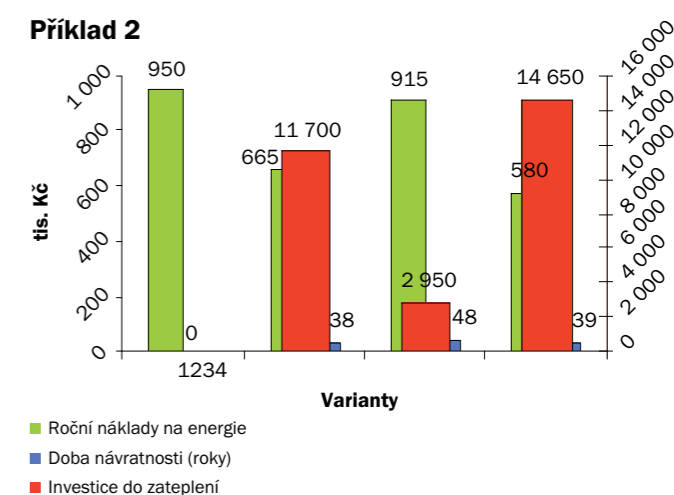
Varianty řešení zateplení budovy				
Varianta	1	2	3	4
Zateplení stěn	-	ano	-	ano
Zateplení střechy	-	-	ano	ano
Výměna oken, dveří a ostatních prosklených ploch	-	ano	-	ano
Náklady (tis.Kč)	0	11700	2950	14650
Tepelná ztráta (%)	100	68	94	62
Spotřeba energie na vytápění a ohřev vody (GJ)	3250	2215	3040	2005
Náklady na energii (tis.Kč/rok)	950	665	915	580

Pro srovnání bylo jako jedna z variant zvoleno zateplení samotné střechy. Vzhledem k tomu, že stávající střecha byla v relativně dobrém stavu a obsahovala již původní (byť nedostatečnou) tepelnou izolaci, její další zateplení znamená pouze minimální energetické úspory. Výraznou úsporu znamená zateplení obvodových stěn, především kvůli velmi špatnému rozsáhlému stávajícímu plášti, tvořenému boletickými panely.

Finanční hodnocení			
Varianta	2	3	4
Celkové investiční náklady - z vlastních prostředků (tis.Kč)	11700	2950	14650
Úspora na energiích (tis.Kč/rok)	303	61	364
Diskontní sazba	2%		
Prostá doba návratnosti	38	48	39

Doba návratnosti je dosti dlouhá, vliv tu má především „nevýhodnost“ zateplení střechy. Stále ale platí skutečnost, že v předchozím ekonomickém posouzení nikdy není zahrnuta přidaná hodnota v estetičnosti a navýšeném morálním kreditu budovy.

Příklad 2



Doporučení a závěr

Investice do celkového zateplení mívá sice z pohledu ekonomy dlouhou dobu návratnosti, ale z pohledu životnosti konstrukce je návratnost ve většině případů akceptovatelná. Zároveň je nutné poznamenat, že tyto výpočty vycházejí z relativně konzervativního přístupu, co se týká predikce cen energií na tak dlouhou dobu dopředu. Snížení spotřeby energie také znamená určitě zvětšení nezávislosti na dodávkách z okolí. Doba návratnosti může navíc zkrátit poskytnutí dotačních prostředků z veřejných zdrojů.

Pro efektivní vyřešení projektu zateplení nebo rozsáhlejší rekonstrukce je bezpodmínečně nutný kvalitně zpracovaný projekt, vycházející např. z energetického auditu, který doporučí vhodná rentabilní řešení a vyčíslí možnosti úspor energií a přibližnou dobu návratnosti.

Jedním z nezákladnějších předpokladů pro úspěšné a rentabilní provedení zateplení je dodržení kvality a to jak při návrhu, tak i následné realizaci. Tady jsou možná dvě doporučení, a to:

- (1) volba dodavatele, který má jisté zkušenosti, což by měl být schopný prokázat minimálně referenčními stavbami a
- (2) zajištění nezávislého odborného stavebního dozoru. Investice do dozoru se vyplatí, protože zajistí kvalitní provedení bez potřeb následných reklamací, úprav, oprav vzniklých poškození, omezování provozu v objektu atd. Některé vady se navíc zjistí až ve chvíli, kdy je zdegradována rozsáhlá část konstrukce.

Biomasa a její energetické využití

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

4



4/ Biomasa a její energetické využití

Ing. Andrea Hlavová, Ing. Tomáš Voříšek

Energetické využití biomasy dnes díky dynamickému rozvoji tohoto obnovitelného zdroje představuje celý soubor možných technologických způsobů a cest získání energie z nejrůznějších látek organického původu. V souvislosti s energetickým využitím zahrnuje pojem biomasa organickou hmotu rostlinného (fyto-masa) nebo živočišného původu, která je biologicky rozložitelná. Základní výhodou biomasy je její nefosilní původ a obnovitelnost.

V České republice tvoří používání biomasy jako paliva zdaleka největší podíl z obnovitelných zdrojů (90%). Jedná se jak o malé instalace (domácnosti), tak o instalace větších rozměrů (teplo a elektrická energie v průmyslu, systémy dálkového vytápění).

Zdroje biomasy

Ke spalování lze využít nejrůznější druhy látek. Skupinu zdrojů biomasy, která je vhodná pro energetické účely (spalování a spoluspalování) tvoří: **dřevní hmota** (dřevo, piliny, hobliny), **odpady z těžby lesa** (kůra, pobírkové dřevo), **odpady z čištění obilí** (sláma, odpadní zrno), **cíleně pěstované energetické plodiny** (šřovík, triticale), **rychle rostoucí dřeviny** a různé **druhy pelet a briket** vyrobené z výše uvedených materiálů.

Tradiční a nejméně problémové je využití biomasy dřevního původu – dřevo obsahuje minimum síry a dalších anorganických látek, které mají negativní vliv na životní prostředí a i vlastní spalovací zdroj. Méně kvalitní, nicméně stále energeticky využitelná jsou paliva na bázi vedlejších příp. i hlavních produktů zemědělských výrob (sláma, odpady po čištění obilí, příp. zrno obilí, hořčice, kukuřice), je-li to ekonomicky výhodné. Poměrně dobré palivářské vlastnosti pak mají účelově pěstované rostliny (např. šřovík, miskantus atd.). Pokud je však přímo nedoporučuje dodavatel spalovacího zdroje, je potřeba nechat si u něj jejich nasazení v daném zdroji ověřit.

Výhodná je možnost diverzifikace palivové základny. Jelikož se však biopaliva z různých zdrojů poměrně značně liší ve svých vlastnostech (obsah popela, teplota měknutí, přítomnost některých škodlivých látek), většinou je nutné konstrukci kotle technicky přizpůsobit tomu typu paliva, které v něm bude převážně spalováno. Z tohoto důvodu se proto často používají

topeniště s roštem, která umožňují využít široké spektrum paliv o různé vlhkosti.

Energetické využití a problém vlhkosti

Využití a potřebný rozsah úprav biomasy pro její spalování závisí především na požadovaném druhu a kvalitě hmoty, která do energetického zařízení vstupuje. Pro přímé spalování se většinou nevyžaduje speciální úprava biomasy, případně se pouze upravuje rozměr stříháním, sekáním apod. Základním a nejčastějším konečným využitím biomasy je i dnes totiž její **prosté spalování**, tedy termická přeměna (oxidace) biomasy za dostatečného přístupu kyslíku.

Produktem v takovém případě je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie. Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy.

Výkon zdroje a spotřeba paliva silně závisí na obsahu vody. Zatímco při spalování paliva o vlhkosti do 20 procent se na výrobu jednoho GJ tepla spotřebuje i méně než 70 kg, při dřevní štěpce obsahující 50 – 55 % vody to může být cca 175 kilogramů a při vlhkosti vyšší často i více než 200 kg paliva na jeden GJ vyrobeného tepla (0,75 kg/kWh).

Z hlediska technicko-ekonomické optimalizace spalovacího procesu a výroby tepla se proto za optimální vlhkost u dřevin považuje 20 – 30 %, v případě stébelnin (slámy obilovin) pak méně, do 20 %.

Krmný šřovík, reprezentující energetické rostliny, se chová jednoznačně jako velice kvalitní palivo, lepší než sláma. Má vyšší teplotu tavitelnosti popela (teplota tání nad 1500 °C) a je možné jej spalovat i při vyšší vlhkosti, do cca 30 % při zachování kvality spalování.

Vlhkost paliva je rovněž určujícím faktorem, pokud jde o jeho možné využití v kotlích různých výkonových velikostí. U těch nejmenších a středních zdrojů do výkonu 150 – 200 kW, tedy kotlů do rodinných domů či objektů typu školy apod., by vlhkost paliva neměla přesáhnout 15 – 20 procent, jinak klesá teplota spalování a dochází ke vzniku agresivních organických kyselin, které pak v reakci s odpařovanou vodou ve

spalinách ničí kotel i komín a zkracují jeho životnost. Tak nízkou vlhkost ovšem má pouze palivové dřevo skladované při přirozeném provětrávání pod střechou po dobu minimálně jednoho roku, dále pak brikety či pelety vyráběné lisováním dostatečně vysušených dřevních odpadů, slámy či nejnověji také energetických rostlin.

Od vyšších výkonů kotlů se pak již z technických i ekonomických důvodů používá jako palivo rozdušený materiál v podobě štěpky umožňující (jako v případě pelet u malých kotlů) automatické přikládání paliva do kotle.

Dostupný potenciál nových zdrojů

Značné množství biomasy v České republice není doposud plně využíváno, jako například zbytky po těžbě dřeva v lesích a řepková sláma. Dále je možné uvažovat o využití potenciálu marginálních zemědělských půd, na kterých je potravinová produkce ekonomicky neefektivní. Tyto půdy tvoří potenciál pro záměrné pěstování biomasy.

Druh biomasy	Energie celkem		Z toho teplo	Elektřina
	%	PJ	PJ	GWh
Dřevo a dřevní odpad	24	33,1	25,2	427
Sláma obilnin a olejnin	11,7	15,7	11,9	224
Energetické rostliny	47,1	63	47,7	945
Bioplyn	16,3	21,8	15,6	535
Celkem	100	133,6	100,4	2231

Dostupný potenciál využití biomasy v ČR. Zdroj: Biom CZ

Technologie spalování

Technologie „prostého“ spalování je dokonale zpracovaná a pro investory představuje zpravidla minimální riziko se zajímavým ekonomickým přínosem. Stovky instalací středních a větších energetických zdrojů na biomasu v nejrůznějších podnicích dřevozpracujících

aj. průmyslu a centrálních zdrojích tepla vybudovaných v posledních 10 letech u nás jsou toho důkazem.

Stále více atraktivní je i potenciální využití biomasy pro elektřinu – u nejmenších instalací, jejichž výkon dosahuje několik desítek kilowatt, je technologicky komerčně dostupnou cestou zplyňování (a následné spalování generátorového plynu v kogenerační jednotce se spalovacím motorem), u zařízení středního výkonu dnes trhu dominuje parní cyklus kotel – turbína nebo tzv. systém ORC (z angl. Organic Rankine Cycle), v němž je jako pracovní médium namísto vody využívána netradiční směs uhlovodíků organického původu.

I v případě zdrojů tepla a elektřiny na biomasu platí, že s rostoucím výkonem klesají měrné investice – a snižují se měrné výrobní náklady.

TIP: Dvě základní otázky, které si investor nebo provozovatel musí před zahájením prací zodpovědět:

- jasně definování zdrojové základny (jaký druh biomasy bude zdroj používat)
- způsob jejího zabezpečení (s dostatečnou rezervou pro případ výpadku)

Při výběru typu paliva zohledňujeme nejenom úroveň a způsob jeho úpravy, ale také míru vlhkosti paliva a instalované zařízení pro její spalování - palivo pro jednotlivé spalovací zdroje doporučí buď dodavatel tohoto zařízení, nebo je nutné si nechat možnost jejich nasazení ověřit. Při výstavbě nového tepelného zdroje je obvyklejší zvolit spalovací zařízení podle druhu paliva, který je dlouhodobě k dispozici a je smluvně zajištěn v požadovaném množství.

Zařízení pro spalování biomasy

Volba vhodného zdroje začíná analýzou typu a dostatečného množství kvalitního paliva s ohledem na životnost zařízení (kotle – 10 až 20 let). Na trhu je široká škála zařízení pro spalování biomasy od lokálních zdrojů s nižšími výkony určených k vytápění menších prostor až po zařízení větších výkonů s bezobslužným provozem, která jsou určena pro ústřední vytápění

a ohřev vody. Dnes již lze dosáhnout komfortu spalování ostatních fosilních paliv a vytápění provozovat v automatických kotlích, jejichž obsluha zabere několik minut týdně a samostatné palivo už je méně náročné na skladovací prostory, kterých je v menších objektech nedostatek.

Zařízení	Popis	Použití	Palivo
Lokální topeniště (několik kW)	klasická kamna a krby	Dnes již prakticky nejsou efektivním řešením, krby slouží spíše jako doplněk interiéru.	rodinné domy, dílny, restaurace, menší budovy
	krbová kamna	Moderní krbová kamna mohou mít vestavěnou topnou vložku, takže mohou sloužit také jako kotel ústředního vytápění.	
	cihlové pece a kachlová kamna	Většinou nalézají použití jako estetická součást interiéru. Mají poměrně vysokou účinnost.	
Malé kotle na biomasu (20 – 100kW)	zplyňovací kotle na kusové dřevo	Palivo je zplyňováno a plyn následně spalován. Výkon se dá pohodlně regulovat.	rodinné domy, menší budovy, dílny
	automatické kotle	Součástí systému s bezobslužným provozem je podavač paliv a upravený hořák.	školy, školy, administrativní budovy, hotely
Střední kotle (nad 100 kW)	automatické kotle	Jedná se obvykle o roštové kotle s posuvným roštem. Lze v nich spalovat i méně kvalitní či vlhčí biomasu.	větší zdroje ústředního vytápění, průmyslové objekty
Kotelny velkých výkonů (MW)	spalování na roštu	Stále ještě je rozšířenější alternativou spalování na roštu, nicméně fluidní technologie se pro své výhody velmi rychle vyvíjejí. Jednou z nich je možné využití pro spoluspalování biomasy s tuhými fosilními palivy.	velké areály výrobních podniků, obecní budovy, školy, obce
	fluidní technologie		piliny, sláma, štěpka, energetické rostliny, dřevní odpad

Ekonomické aspekty

Zajištění paliva a jeho množství

Důležitým předpokladem pro hospodárny provoz je správné nadimenzování kotle, aby mohl být v provozu po co nejdelší období během roku. U dosavadních realizací centrálních zdrojů na biomasu se provozní

dobu pohybuje v průměru kolem 2 tisíc hodin ročně, výjimkou je pak využití vyšší. Tomu pak odpovídá spotřeba paliva.

Spotřeba paliva (tuny) u zařízení na biomasu různého výkonu dle hodin provozu ročně

Množství paliva [tuny/rok]	25 kW		150 kW		1 MW		2,5 MW		5 MW		10 MW	
	pelety / brikety		dřevní štěpka		dřevní štěpka		štěpka vlhká	sláma	štěpka vlhká	sláma		
	suchá	vlhká	suchá	vlhká	suchá	vlhká						
1 000 hod/r	6,3	38,0	390	630	990	1 580	3 150	1 710	6 310	3 430		
2 000 hod/r	12,7	75,9	790	1 260	1 970	3 150	6 310	3 430	12 620	6 860		
3 000 hod/r	19,0	113,9	1 180	1 890	2 960	4 730	9 460	5 140	18 930	10 280		

Při výhřevnosti paliv: Pelety nebo dřevní brikety 18 MJ/kg; dřevní štěpka suchá (vlhkost 25 – 30%) 12,5 MJ/kg; štěpka vlhká (vlhkost 50-55 %) 7 MJ/kg; sláma 14 MJ/kg (vlhkost do 20 %), energetický štovík má obvyklou vlhkost a výhřevnost mezi suchou štěpkou a slámou (vlhkost kolem 25 % při výhřevnosti 13 MJ).

Množství vyrobeného tepla u zařízení na biomasu různého výkonu dle hodin provozu ročně

Množství vyr. tepla [GJ/rok]	25 kW	150 kW	1 MW	2,5 MW	5 MW	10 MW
1 000 hod/r	90	540	3 600	9 000	18 000	36 000
2 000 hod/r	180	1 080	7 200	18 000	36 000	71 990
3 000 hod/r	270	1 620	10 800	27 000	54 000	107 990

Při spotřebě paliva na GJ vyrobeného tepla: Pelety nebo dřevní brikety 70 kg/GJ tepla; dřevní štěpka skladovaná 110 kg/GJ tepla; štěpka vlhká 175 kg/GJ tepla; sláma 95 kg/GJ tepla, štovík 100-110 kg/GJ paliva.

Modelový příklad

Místem realizace projektu je výtopna města z druhé poloviny 90. let vybavená kotelnou vč. kotlů a ostatního technického vybavení, které však má být demonstrováno, což se jeví jako velice příhodné pro její možné případné využití jako kotelny na biomasu. Navíc v dané části města je velice rozšířený horko- a teplovodní systém CZT, a tak by kotel mohl být koncipován jako horkovodní. Bez ohledu na typ zdroje by však bylo nutné postavit z kotelny nový tepelný napajec v délce cca 500 metrů. Odhad možného objemu dodávek tepla do této oblasti činí cca 100 TJ/rok. Případný zdroj na biomasu by měl pro splnění těchto předpokladů následující investiční a provozní nároky: Potřebný tepelný výkon zdroje a množství spotřebovaného paliva dle množství vyrobeného tepla a počtu provozních hodin v roce:

Roční využití instalovaného výkonu [hod/rok]	5 MW		8 MW	
	Množství vyrobeného tepla [GJ]	Spotřeba paliva* [tuny]	Množství vyrobeného tepla [GJ]	Spotřeba paliva* [tuny]
1 000	18 000	1 850	28 800	2 950
2 000	36 000	3 690	57 600	5 910
3 000	54 000	5 540	86 390	8 860
4 000	71 990	7 380	115 190	11 810

* Energetické rostliny (šťovík), výhřevnost 13 GJ/t, spotřeba paliva na GJ vyrobeného tepla 100-105 kg

Dle výše uvedených kalkulací by na výrobu požadovaného množství tepla k pokrytí potřeby tepla v lokalitě bylo potřeba cca 10 000 tun biopaliva ročně. Takové množství energeticky využitelné biomasy se získá:

- v podobě dřevních odpadů z pilařského provozu s kapacitou 40.000 m³ dřeva ročně nebo
- v podobě jinak nevyužívané (zaorávané) slámy při pěstování obilovin, příp. řepky z plochy 3 300 hektarů a nebo

- využitím záměrného pěstování energetických rostlin na ploše více než 800 ha.

Indikativní investiční náklady zdroje na biomasu odpovídajícího výkonu:

- kotle a ostatní strojové vybavení kotelny: cca 30-40 mil. Kč
- kotle (2 x 3 MW): 2 x 12 až 20 mil. Kč (kotle domácího respektive zahraničního výrobce)
- strojovna kotelny: 4 mil. Kč
- stavební úpravy stávajícího objektu výtopny vč. výstavby (částečně kryté) skládky paliva a dopravních cest: 6-10 mil. Kč
- vyvedení tepelného výkonu z kotelny: 10 mil. Kč (výstavba horkovodního potrubí v délce přibližně 500 m)

Na výstavbu zdroje, který by byl schopen ročně z biomasy takovéto potřebné množství tepla vyrobit, by celkové investiční náklady činily přibližně 45 až 60 mil. Kč. Zásadním limitujícím faktorem může být dostupnost paliva v potřebném množství a kvalitě, kterou je nutné mít předem smluvně zajištěnou s dodavatelem.

Bioplynové stanice

Zajímavým prostředkem k využití některých druhů biologicky rozložitelných odpadů pro města a obce může být tzv. bioplynová stanice, která energeticky využije odpady, které dnes končí v lepším případě v kompostárnách, v horším bez užitku na skládkách nebo v kanalizaci. S ekonomickou výhodností a obecně prospěšností bioplynových stanic však souvisí ně-

kolik »ale«. Nejsou-li splněna, stanice nemusí naplnit vkládaná očekávání, dokonce se může brzy dostat do existenčních potíží. Lze jim předcházet?

Problém č. 1 – Umístění stanice

Investoři se při výběru lokality snaží využít zejména stávající hospodářské provozy (příjezdové cesty, betonová sila, jímky), aby výše investic byla co nejnižší. Často jsou tyto areály na kraji obcí, avšak v blízkosti obytných domů. Takové umístění není příliš šťastné. U zařízení, jehož podstatou je řízený rozklad rozličných látek organického původu za nepřístupu vzduchu, je totiž doprovodným přirozeným jevem produkce pachů.

Neblahé zkušenosti s nadměrným pachem u bioplynových stanic jasně ukazují, že i při sebelepší péči nelze produkci pachů zcela eliminovat. Na vině jsou nejen neodborné řízení procesu, ale i nekvalitní či dokonce chybějící technická zařízení, která jsou schopna produkci pachů efektivně omezit (biofiltry, fléra). Řada nových projektů, i kvůli této rychle se rozšiřující špatné pověsti, na tento problém při schvalovacím procesu pro vydání územního, případně stavebního povolení narazila. Proti výstavbě bioplynových stanic se zvedla vlna odpůrců z řad místních obyvatel.

Jak se s problémem vypořádat? Projekty bioplynových stanic by měly být situovány v dostatečné vzdálenosti od obytných sídel. Případné negativní vlivy pachů na okolí je nutno posuzovat nejen formálně v rámci zjišťovacího řízení, ale pokud je třeba i jako součást plnohodnotné EIA. Současně by se stanice měla nacházet na takovém místě, aby doprava surovin do a ze stanice nevedla po komunikacích přímo v obci.

Vlastní produkci pachu lze omezit druhem zpracovávaného substrátu, dále opatřeními v logistice (dopravou vozy se zakrytým ložným prostorem) a také způsobem skladování (zakrytím vstupních jímek, skladovacích nádrží zfermentovaného zbytku – digestátu apod.).

Je rovněž v zájmu investorů, aby lidé žijící v okolí BPS považovali stavbu za prospěšnou pro svou oblast či region. To by měl být de facto hlavním vedlejším přínosem využívání obnovitelných zdrojů – nejen maximalizace finančních výnosů.

Problém č. 2 – Zpracovávané suroviny

S pachovými problémy úzce souvisí, jaké suroviny jsou či budou ve stanici zpracovávány. Proces anaerobní fermentace umožňuje s výjimkou látek s vyšším obsahem ligninu energeticky zhodnotit celou řadu surovin organického původu, a to fakticky bez ohledu na množství vody v dané biomasě. Současné nejvyspělejší fermentační technologie jsou schopny zpracovat i suroviny se sušinou 10, 15, ale i více než 20 procent při velmi vysoké specifické výrobě bioplynu.

Maximalizaci produkce bioplynu je možné primárně ovlivnit výběrem zpracovávaných substrátů.

Pokud to fermentační proces umožňuje, u nových i stávajících stanic se stále častěji používají energeticky bohatší substráty. Přednost před kejdou, jež bývala tradičním zdrojem pro zemědělské stanice, dostávají substráty s vyšší měrnou produkcí bioplynu na jednotku svého množství/objemu v surovém stavu. Jsou to vhodné druhy fytomasy (zvláště kukuřice a také pícniny upravené před fermentací silážováním) a rostlinné a živočišné vedlejší produkty či odpady z potravinářských výrob s vysokým obsahem tuků, sacharidů a bílkovin (lihovarské výpalky, zbytky ze zpracování řepky, cukrové řepy, obecně tuk a oleje biologického původu, masokostní moučka).

Zatímco z 1 tuny kejdy o obvyklém podílu sušiny (5 až 7 %) lze reálně získat přibližně 100 kWh energie v podobě bioplynu, z 1 tuny kukuřičné siláže desetkrát více, tj. 1 MWh a v případě oleje či tuku biologického původu až 3,5 MWh, což je 35krát (!) více energie na jednotku vstupu. Není proto divu, že trendem současnosti je přednostně zpracovávat látky s vyšší měrnou energetickou výtěžností a původní suroviny používat pouze pro optimalizaci procesu fermentace.

Preference substrátů s vyšším energetickým ziskem má však dopad na dimenzování reaktorového objemu a vlastní provoz stanice (substráty vyžadují delší zdržení ve fermentorech) a také na kvalitu výstupního substrátu. Čím širší je surovinová základna, tím větší hrozí riziko vnosu nežádoucích látek, které pak kontaminují výstupní digestát a mohou navíc ohrozit samotný fermentační proces.

Problém č. 3 – Výkonová optimalizace

Konečným důvodem pro příklon k substrátům s větší energetickou výtěžností je, že zlepšují ekonomickou situaci stanice. Nahrazení 1 tuny kejdy, obstarávané zpravidla zdarma, kukuřičnou siláží, kterou je nutné někde vypěstovat, sklídit, transportovat a uskladnit, přinese při současných produkčních cenách kukuřice díky existenci veřejné podpory výroby elektřiny z bioplynu dodatečný čistý výnos ve výši minimálně 300 až 400 Kč (je-li bioplyn využit pro výrobu elektřiny). V případě využití masokostní moučky či tuků tento přínos může být podstatně vyšší.

Mnozí investoři však dnes počítají s tím, že provozní ekonomiku stanice si takélepší zpracováním biologicky rozložitelných odpadů, za jejichž zneškodnění je nutné jinak platit. Týká se to zejména povolených odpadů z jatečních výrob, za jejichž zneškodnění obvyklým způsobem (v kafilériích) se platí tisíce korun. Problémem však je, že pro tento druh odpadu je nutné vybavit bioplynovou stanicí hygienizační jednotkou a dodržovat náročnější provozní režim (mj. vozy, jež budou přivážet tento druh surovin do areálu stanice, se musí pravidelně hygienizovat parou).

S výkonovou optimalizací rovněž souvisí energetické zhodnocení bioplynu. Současné nastavení nárokové veřejné podpory bioplynovým stanicím, jež bylo zavedeno zákonem č. 185/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (formou povinného výkupu či bonifikace za každou kilowatthodinu elektřiny vyrobenou spalováním bioplynu), motivuje využít bioplyn pro co nejvyšší výrobu elektřiny. Děje se tak prakticky jednotně v kogeneračních jednotkách se spalovacím motorem, u nichž je doprovodným produktem teplo.

Ty nejlepší soustrojí – motorgenerátory jsou dnes schopné do podoby elektřiny transformovat více než 40 % původní energie v bioplynu. Marginální cena kWh primární energie v bioplynu je přibližně 1,20 Kč (tj. více než 330 Kč/GJ). To je mnohem více, než by bylo možné získat při upřednostnění výroby tepla (k jeho následnému prodeji mimo stanici), kde je nutné počítat s cenami substitučních zdrojů, jež jsou významně nižší, a to zatím i včetně zemního plynu či topného oleje.

Výroba tepla je však nutným doprovodným jevem a z každé 1 MWh bioplynu lze po odpočtu vlastní potřeby

stanice dodat jiným odběratelům minimálně 300 kWh energie ve formě teplé vody. Využití tohoto potenciálu může ekonomice bioplynové stanice pomoci. Zvláště, pokud by vyráběné teplo mohlo nahradit jeho výrobu z dražších paliv.

Návratnost dodatečných investic do vyvedení přebytečného tepla z místa stanice do místa jeho účelného využití (ať už přesunutím kogenerační výroby či jeho dopravou teplovodem) je několik let. Investoři by se proto měli snažit bioplynové stanice situovat tam, kde lze perspektivně teplo efektivně využít.

Zdrojem dodatečných příjmů se může stát digestát – dodržuje-li se požadovaná kvalita vsázky, lze jej zhodnotit jako cenné hnojivo (prodávané za úplatu). Za pět až deset let se může navíc podobně jako v jiných zemích objevit trend nevyužívat bioplyn k výrobě elektřiny a tepla, ale jako motorové palivo v dopravě (namísto stlačeného zemního plynu - CNG) či k dodávce do plynovodní distribuční sítě.

Výhody a nevýhody

Bioplynové stanice patří k těm dražším způsobům využití obnovitelných zdrojů. Důkazem je cena elektrické energie z bioplynu, kterou mohou její provozovatelé při dodávce do distribuční sítě obdržet (pro tento rok 3040 Kč/MWh). Tento fakt ovlivňuje zejména poměrně vysoká investiční náročnost těchto energetických zdrojů (současný průměr se pohybuje mezi 110 až 120 tisíc Kč/kW instalovaného elektrického výkonu), která je po fotovoltaických aplikacích druhá nejvyšší. Jejich výhodou je však schopnost trvalého provozu s vysokým ročním využitím instalovaného výkonu (7 až 8 tisíc hodin/rok) a také zmiňovaná možnost jejich příhodné integrace do systému odpadového hospodářství měst a obcí.

V různém stupni projektové přípravy je už několik desítek těchto zařízení. Podle zkušeností z jiných zemí, kde byly vytvořeny vhodné podmínky k jejich rozvoji (Německo, Rakousko), jich může být v následujících letech u nás postaveno bez nadsázky několik stovek, s instalovaným výkonem blížícím se jednomu bloku tepelné elektrárny spalující uhlí střední velikosti (250 – 300 MW).

Pro další informace a rady o efektivní výstavbě a provozu bioplynových stanic doporučujeme publikaci Ministerstva zemědělství: „Desatero bioplynových

stanic – aneb zásady efektivní výstavby a provozu bioplynových stanic v zemědělství“, dostupné na internetové adrese:

<http://www.mze.cz/UserFiles/File/EAFRD/Desatero.pdf>

Legislativní podpora pro biomasu

Využívání obnovitelných zdrojů – tudíž i spalování biomasy je podporováno na základě zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, který stanovuje přesná legislativní pravidla pro podporu využívání obnovitelných zdrojů energie. Hlavním nástrojem je každoroční stanovení výkupních cen za dodávku elektrické energie do veřejné rozvodné sítě, respektive zelených bonusů. (Jejich principem je to, že si výrobce musí najít obchodníka, kterému elektřinu prodá za tržní cenu. Cena je nižší než u konvenční elektřiny, protože v sobě obsahuje nestabilitu výroby, a je různá pro různé typy OZE. Regulační úřad stanoví výši bonusů tak, aby výrobce získal za jednotku prodané elektřiny o něco vyšší částku než v systému pevných výkupních cen. Takovýto systém je povinný pro investory, kteří budou vyrobenou elektřinu využívat pro vlastní spotřebu.)

Z tabulky níže je patrné, že se Energetický regulační úřad snaží podnítit rozvoj trhu s cíleně pěstovanou biomasou určenou k čistému spalování.

ství oxidu uhličitého, které bylo odebíráno rostlinami v době jejich růstu – a tím teoreticky nedochází k navyšování skleníkového efektu, což je také jeden z mnoha důvodů, proč je na spalování biomasy pohlíženo jako na ekologický způsob získávání energie.

Využívání biomasy jako energetického zdroje má pozitivní dopady i na agrární sektor, růst prosperity obcí, růst pracovních příležitostí a v neposlední řadě na rozvoj venkova.

Využití půd marginálních zemědělských oblastí pro pěstování energetických rostlin může přinést další výhody, kterými jsou například ochrana půdního fondu před erozí, údržba krajiny, minimalizace úniku dusičnanů do spodních a povrchových vod. Za zmínku stojí také zapojení půd nadlimitně kontaminovaných cizorodými látkami, které nemohou být využity pro pěstování potravinářských plodin.

Biomasa a ekologie

V Evropské unii je podporován rozvoj využití biomasy i jejího pěstování pro energetické účely, a to jako součást řešení ekologických otázek energetiky, problémů zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova.

I přesto, že se při spalování biomasy zpravidla dosahuje nízkých hodnot škodlivých emisí, je nutné vzhledem k charakteru a proměnnému složení biomasy věnovat pozornost optimálním podmínkám při spalování biomasy a při čištění výstupních surovin.

Jedním z diskutovaných předpokladů je, že se při spalování biomasy uvolňuje do ovzduší takové množ-

Výkupní ceny a bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy v roce 2007

Kategorie spalování a druh biomasy	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1	3375	2255
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2	2890	1770
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3	2340	1220
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1275
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	790
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	240
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1530
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	1045
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3a fosilních paliv	-	495

Zařazení jednotlivých druhů biomasy do kategorií O1 – O3 pro účely spalování čisté biomasy, kategorií S1 – S3 pro účely společného spalování palivových směsí biomasy a fosilních paliv a kategorií P1 – P3 pro účely paralelního spalování biomasy a fosilních paliv stanoví zvláštní právní předpis - vyhláška č. 482/2005 Sb., kterou se stanoví druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> všeobecná dostupnost (tuzemský zdroj) poměrně nízká cena biomasy využití odpadu (zbytek po spalování lze využít jako hnojivo) uzavřený cyklus CO₂ využití půdy nevhodné pro pěstování potravinářských plodin možnost dotační podpory 	<ul style="list-style-type: none"> nižší výhřevnost než u konvenčních paliv potřeba skladovacích prostor větší rozměry kotle a s tím související vyšší náklady na jeho pořízení vliv vlhkosti na spalovací procesy složitější manipulace v porovnání s elektřinou, plynem a LTO nutnost likvidace popela

Solární energie

a její využití aktivními systémy pro výrobu tepla a elektřiny

5



5/Solární energie a její využití aktivními systémy pro výrobu tepla a elektřiny

Ing. Andrea Hlavová, Ing. Tomáš Voříšek

Díky usilovné propagaci a veřejné podpoře začíná být u nás stále větší zájem o využití solární energie. Důkazem je postupně rostoucí počet instalací solárních systémů s fotovoltaickými panely či termickými kolektory pro výrobu elektřiny, resp. tepla na budovách z veřejné, ale i komerční sféry.

Na zvyšující se poptávku rovněž nepřímo ukazuje i široká nabídka těchto systémů na trhu. K dispozici jsou modulová řešení, která jsou schopna splnit široké požadavky investorů od nejmenších zařízení o velikosti jednotek metrů čtverečních absorpční plochy systému až po instalace v řádech desítek či dokonce stovek m².

Energetický potenciál solární energie přitom není bezvýznamný, spíše naopak. Na každý metr čtvereční zemského povrchu dopadá v našich podmínkách v období slunečního maxima více než 1 kW dále využitelné energie, v ročním souhrnu pak disponibilní množství solární energie dle konkrétní lokality dosahuje od 1000 až do 1250 kWh/rok.

Podobně jako u jiných obnovitelných zdrojů je i v případě tzv. solární energetiky hlavním limitujícím faktorem jejího většího rozvoje vyšší cena vyráběné energie, na níž se největší měrou podílejí vysoké investiční náklady na instalaci solárních systémů obecně.

Pro představu, u solárních termických systémů, tj. systémů pro výrobu tepla, dosahují měrné investice běžně 20 a více tis. Kč/m² kolektorové plochy, což je vzhledem k obvyklé účinnosti celého systému 40 – 50 % minimálně 2krát více při přepočtu na jednotku tepelného výkonu jeden kilowatt (dosažitelného při normalizované intenzitě slunečního záření 1000 W).

U fotovoltaických systémů pro výrobu elektřiny začínají měrné investice v současných cenách na hranici 130 – 140 tis. Kč/kWp (kilowatt špičkového el. výkonu, který je panel schopen dávat opět při normalizovaném oslunění 1 kW).

A tak i při minimálních provozních nákladech a obvyklé životnosti celého systému alespoň 15 – 20 let vychází cena vyráběné energie, ať už ve formě elektřiny, či tepla výrazně vyšší než u téměř všech jiných energetických zdrojů.

Ekonomickou efektivnost systémů využívajících solární energii může nicméně v pozitivním i negativním smyslu ovlivnit řada dílčích faktorů a pokud jim investor věnuje pozornost, mohou prostředky investované do solárního systému učinit významně lepší investicí.

Poznámka: samostatnou „kapitolou“ ve využívání solární energie jsou tzv. pasivní zisky budov, dané jejich architektonickým a stavebním řešením, do značné míry využívané například u nízkoenergetických staveb.

1. Solární termické systémy (a klíčové faktory jejich lepší ekonomiky)

(Aktivní) solární systémy, které přeměňují sluneční záření na teplo, mají dnes mnoho technologických variant, jež se liší (i) v účelu využití získávané energie, (ii) způsobu přenosu tepla a (iii) pracovního média, které tento přenos zprostředkovává.

V našich podmínkách nalézají nejčastější uplatnění solární systémy pro ohřev bazénové vody a/nebo pro ohřev teplé vody v letním a přechodovém období, kdy je dostatečná sluneční aktivita.

V budoucnu se však začnou i u nás objevovat stále častěji instalace využívající solární energii pro přitápění a dokonce i pro výrobu chladu (kombinací s chladicí jednotkou absorpčního typu).

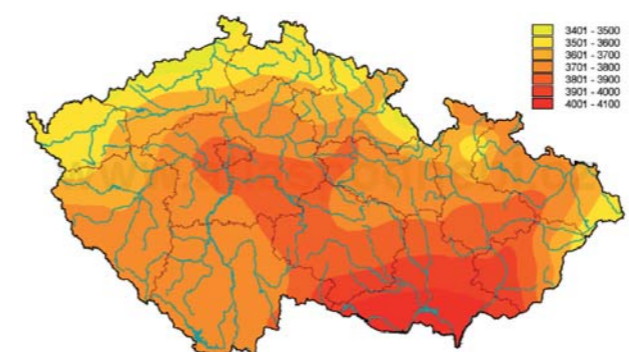
Ke klíčovým faktorům, jež ovlivňují ekonomickou efektivnost a následnou ekonomiku systému patří:

- Umístění systému (zejména pokud jde o aktivní jímací plochu);
- volba a dimenzování dílčích komponent (odpovídající potřebám tepla);
- provozní parametry (zvláště pokud jde o střední teplotu pracovního média).

1.1 Umístění systému

Rozhodnutím o umístění systému determinujeme disponibilní množství solární energie, které pak bude moci systém každoročně ve formě tepla dále využít. Regionální odlišnosti v intenzitě dopadajícího slunečního záření na území naší republiky dosahují 20 – 25 %. K lokalitám s nejvyšším osluněním patří střední Čechy a jižní Morava, k nejnižším pak regiony s vyšší nadmořskou výškou (viz obrázek níže).

Obr. - Průměrný roční úhrn globálního záření v ČR (v MJ/m², vztaženo na horizontální rovinu)



Zdroj: Atlas podnebí (ČHMÚ, 2007)

Stejný efekt pak má i správná orientace a sklon kolektoru. Optimem je jih, příp. s mírnou odchylkou na západ o 8 – 15° a sklon kolektoru 45 – 50° pro celoroční provoz nebo 30°, resp. 60° při preferenci letního, respektive zimního provozu.

Při optimální poloze, jak regionální, tak i prostorové, je možné dosáhnout v našich podmínkách souhrnného množství solární energie až 1250 kWh/rok a naopak, při instalaci systému do lokality s méně vhodnými podmínkami (region s vyšší nadmořskou výškou a nevhodný sklon kolektoru) může systém počítat i jen s méně než 60 procenty tohoto u nás dosažitelného maxima.

Tab. – Obvyklé hodnoty disponibilního množství solární energie v našich podmínkách v průběhu roku (na horizontální rovinu) a přepočtové koeficienty upravující solární zisk na plochu různé orientace

Měsíc	Energie na horizont. rovinu [kWh]	Přepočtový faktor						
		Jih				Jihovýchod / jihozápad		
		30°	45°	60°	90°	30°	45°	60°
1	24	1,44	1,57	1,63	1,55	1,37	1,48	1,52
2	40	1,4	1,5	1,54	1,31	1,33	1,42	1,43
3	78	1,17	1,19	1,15	0,99	1,15	1,16	1,12
4	116	1,08	1,05	0,98	0,73	1,07	1,05	0,99
5	154	1	0,94	0,85	0,56	1	0,95	0,88
6	154	0,96	0,9	0,81	0,50	0,97	0,91	0,82
7	166	0,97	0,91	0,83	0,52	0,98	0,92	0,84
8	139	1,03	1	0,92	0,66	1,03	1	0,93
9	91	1,17	1,18	1,14	0,90	1,15	1,16	1,12
10	62	1,3	1,37	1,38	1,28	1,25	1,31	1,3
11	27	1,47	1,61	1,68	1,39	1,4	1,51	1,55
12	18	1,42	1,55	1,61	1,49	1,36	1,46	1,49
Rok	1069	109%	108%	102%	76%	108%	106%	101%

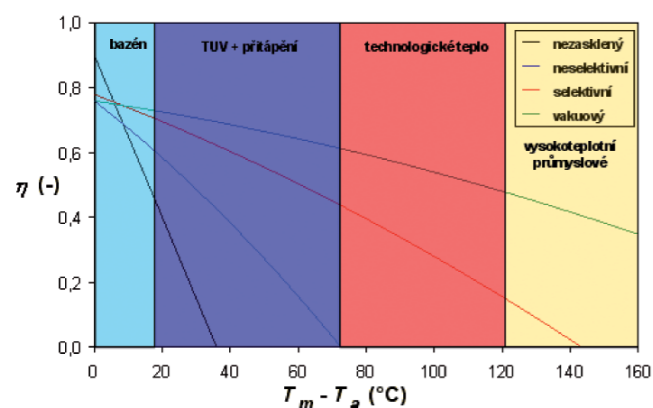
1.3 Provozní parametry systému

Vedle typu kolektoru a dalších komponent má na celkovou energetickou efektivnost solárního systému významný vliv rovněž **rozdíl teplot média proudícího v kolektoru a okolí** (viz obrázek níže).

Může-li systém pracovat s nízkou střední teplotou pracovního média, významně se snižují ztráty tepla do okolí. Tento efekt relativně dobře omezují kolektory mající absorber pokryt zvláštním, spektrálně-selektivním povrchem, jenž významně omezí zpětné sálání přijaté energie zpět do okolí, a pro minimalizaci tepelných ztrát nejlépe současně navíc ještě uloženým do vakua (jako nejlepšího izolantu).

Při použití kvalitních kolektorů se selektivním povrchem a nízkou teplotou ohřevu vody (na 30 – 40 °C) je pak možné počítat s efektivním ročním energetickým ziskem **500 či dokonce ještě více kilowatt hodin tepla** (z 1 metru čtvereční plochy kolektoru).

Obr. - Křivky účinnosti různých typů solárních kolektorů dle rozdílu střední teploty média v kolektoru (T_m) a okolí (T_a)



Autor: Matuška, 2005

1.4 Závěrečná doporučení (z pohledu ekonomické návratnosti)

Přestože je volba komponent a provozních parametrů solárního systému pro jeho efektivní provoz velmi důležitá, konečným determinantem ekonomické výhodnosti jeho případné instalace jsou dva jiné faktory - **účelné využití získávaného tepla** (primárně v období maxima sluneční aktivity, tj. v letních měsících) a **nákladovost výroby tepla stávajícím či jiným způsobem** (tj. z jakého zdroje by solární systém potřebnou energii nahrazoval).

V případě prvního faktoru lze doporučit solární systém instalovat **nejlépe** do těch míst, kde je odběr tepla celoroční, případně v průběhu celé letní sezóny nepřerušovaný dovolenými a podobně a kde výkon instalovaného solárního systému bude nižší než minimum potřeby tepla během roku (obvykle letní minimum). Ideální jsou proto místa odběru s trvalým pobytem obyvatel či celoroční dostatečnou potřebou tepla, jako např. ústavy sociální péče, domovy důchodců nebo plavecké bazény. To je ostatně současný trend hlavního rozvoje solárních termálních soustav větší velikosti.

Druhou důležitou skutečností z pohledu ekonomické efektivnosti nasazení solárního systému je, jaké jsou či by byly náklady na jeho výrobu jiným způsobem. Dlouhodobý výhled cenového vývoje dvou hlavních substitutů, elektřiny a zemního plynu, dává zvláště v prvním případě dobrou perspektivu, že investice do solárního systému může být s ohledem na svou životnost (20 – 25 let) prozíravým krokem – uživateli umožní dlouhodobě zafixovat část nákladů na teplo a navíc prokazatelně uspoří tuny emisí CO₂, které by jinak byly vypuštěny do atmosféry při alternativní výrobě tepla spalováním paliv fosilního, ale i obnovitelného původu.

V případě získání veřejné podpory, která umožní krýt alespoň část (30 – 40 %) investičních nákladů, lze vážně uvažovat i o nasazení solárních systémů v zařízeních a objektech, jež kryjí své potřeby tepla i jinými nákladnějšími energetickými zdroji (např. zemním plynem či dálkovým teplem z něj vyráběným).

Tab. - Empirická pravidla velikosti kolektorové plochy a akumulačního zásobníku

Využití systému	Kolektorová plocha [m ²]	Akumulační objem zásobníku [m ³]
TV	1 – 1,5 na osobu	50 – 100 litrů na m ² kolektorové plochy
TV+Přítápění	0,08 – 0,16 na m ² podlahové plochy	Min. 50 litrů na m ² kolektorové plochy

Zdroj: Skácel, 2005

Tab. – Příklad nákladovosti výroby tepla ze dvou solárních systémů s různými solárními kolektory

Instalace solárního systému	1	2
Celkové investiční náklady [Kč]	2 300 000	1 900 000
Plocha kolektorů	131	100
Měrná investice [Kč/m ²]	17 524	19 000
Měrný energetický zisk [kWh/m².rok]	450	500
Celkový energetický zisk [kWh/rok]	59 063	50 000
Provozní náklady [Kč/rok]	3 360	2 038
z toho:		
na opravy [Kč/rok]	2 000	1 800
příkon oběhového čerpadla [kWh]	400	70
náklady spojené s provozem čerpadla [Kč/rok]	1 360	238
Průměrná cena kWh elektřiny v Kč za:		
15 let	3,81	3,70
20 let	3,18	3,09
25 let	2,82	2,74

Předpoklady: Ceny instalací při dodávce „na klíč“ bez DPH (pro objekty z bytové sféry 5 %, jinak 19 %); při „anualizaci“ investičních nákladů uvažován 5 % diskont, ceny ostatních provozních nákladů z důvodu malého vlivu na konečnou cenu jsou předpokládány jako konstantní.

1) 75 ks plochých kolektorů (1,75 m² absorpční plochy každý) na TUV, včetně nových akum. zásobníků odpovídající velikosti

2) Instalace 40 trubicových vakuových kolektorů na ohřev TUV a přitápění, včetně nových akum. zásobníků odpovídající velikosti

2. Fotovoltaika (a klíčové faktory jejich lepší ekonomiky)

Získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření patří k nejperspektivnějším způsobům její výroby. Pomineme-li drobné aplikace fotovoltaiky (kalkulačky, solární nabíječky pro notebooky, mobilní telefony, autobaterie apod.), bylo asi nejčastějším místem nasazení fotovoltaických (FV) systémů až do nedávné minulosti zásobování objektů, které jsou mimo dosah distribuční sítě elektřiny.

Ostrovní systém vyráběl stejnosměrný proud na úrovni nízkého napětí (12/24 V), který pak byl dle charakteru spotřebičů případně transformován na vyšší napěťovou hladinu (standardních 230 V). Pro sladění nevyrovnanosti mezi výrobou a spotřebou byly tyto systémy zpravidla vybaveny funkcí akumulace přebytečné energie do baterií (nejčastěji olověného typu).

V souvislosti s veřejnou poptávkou po výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů se však v současnosti hlavní zájem investorů přesouvá k systémům typu „on-grid“, tj. těm, které vyráběnou energii dodávají do sítě.

I u nás je dnes již možné si tento typ systému nain-

stalovat a distribuční síť pak fakticky nahrazuje funkcí akumulátoru a současně spotřebiče.

S ohledem na pravidla veřejné podpory (daná zákonem č. 185/2005 Sb.) je přitom nutné zvolit si vždy pouze jeden z modelů využití elektrické energie vyrobené FV systémem – buď veškerou elektřinu vlastníkem využije pro vlastní (s)potřebu, nebo dá přednost její dodávce do sítě.

Z ekonomických důvodů se dnes výhodnější jeví řešení první, zvláště u malých instalací.

Zatímco při veškeré dodávce do sítě obdrží vlastníkem systému od místního provozovatele distribuční sítě „pouze“ úředně stanovenou výkupní cenu (viz níže), při vlastní spotřebě má nárok na tzv. zelený bonus. Jeho cena je sice snížena o pravděpodobnou tržní cenu takto vyrobené elektřiny jako komodity, ušlý výnos je však více než vynahrazen úsporami díky nižší potřebě nákupu el. energie ze sítě (jez vedle ceny elektřiny jako komodity nutně obsahuje také i náklady na přenos a distribuci). Čím je cena nakupované elektřiny ze sítě vyšší, tím je tento model podpory pro investora výhodnější.

Z hlediska praktického využití platí, že z jedné instalované kilowatty běžného systému lze za rok získat v průměru 800 – 1100 kWh elektrické energie.

Vedle účinnosti panelů a ostatních komponent FV systému (zejména střídače) má na energetický zisk

Tepelná čerpadla

vliv opět volba lokality a orientace a sklon solárních panelů.

Solární zisky je možné dále zvýšit umístěním panelu/ů na polohovací zařízení, tzv. "tracker". Ten pak v průběhu dne natáčí panel(y) tak, aby v každý časový okamžik k dopadajícímu sluneční záření zaujímal(y) největší plochu. V bezoblačných dnech je možné tímto způsobem navýšit (oproti pevně nainstalovanému panelu) solární zisk o 30 – 40 %, v ročním souhrnu je v našich podmínkách reálný zisk nižší (podle prvních experimentů o 10 – 15 %).

Dalšího navýšení lze pak dosáhnout instalací koncentrátorů, které (dle velikosti své plochy) umožňují zvýšit množství solární energie dopadající na panel až o několik desítek procent.

Obě tato opatření sice umožní zvýšit výkon panelů, přinášejí však i poměrně velké vícenáklady. Je proto

rozumné si ekonomický efekt těchto dodatečných řešení nechat potvrdit.

Veřejná podpora výrobě elektřiny ze sluneční energie, která byla zavedena citovaným zákonem č. 185/2005 Sb., umožňuje proměnit investice do fotovoltaického systému za určitých podmínek (při velmi nízkých měrných investičních nákladech a vysoké výrobě na jednotku instalovaného výkonu) návratnými v horizontu 15 let.

Při jejich nesplnění je pak návratnost vložených prostředků v tomto horizontu obtížně dosažitelná a bez dodatečné podpory fakticky i jen z úvěrových zdrojů nefinancovatelná. Lepší ekonomice může pomoci zmiňované využití produkované energie pro vlastní spotřebu za veřejné podpory formou zelených bonusů (viz tabulka níže).

Tab. - Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 8/2006 ze dne 21. listopadu 2006 pro výkup elektřiny využitím slunečního záření

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2006 včetně	13 460	12 750
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6 410	5 700

Tab. – Příklad ekonomiky fotovoltaického systému využívajícího podporu formou povinného výkupu (s dodávkou vyráběné energie do distribuční sítě), respektive režimu zelených bonusů (elektřina využita pro vlastní spotřebu)

Instalace solárního systému	Var 1	Var 2
Celkové investiční náklady [Kč]	1 400 000	1 400 000
Celkový instalovaný (špičkový) výkon [kWp]	10	10
Měrná investice [Kč/kWp]	140 000	140 000
Měrný energetický zisk [kWh/kWp.rok]	1000	1000
Celkový energetický zisk [kWh/rok]	10 000	10 000
Celkové provozní náklady [Kč/rok]	14 000	14 000
z toho:		
opravy a obsluha příp. ostraha [Kč/rok]	9 100	9 100
pojištění [Kč/rok]	3 500	3 500
ostatní režijní náklady [Kč]	1 400	1 400
Ekonomika provozu [Kč/rok]		
Amortizace investice	(-)134 879	(-)134 879
Provozní náklady	(-)14 000	(-)14 000
Výnos z výroby elektřiny, jež je předmětem podpory	(+)134 600	(+)127 500
Úspora za tuto elektřinu nenakoupenou ze sítě	0	(+)25 000
Roční výsledek hospodaření	-14 279	3 621

Předpoklady: v obou variantách se předpokládá větší FV systém typu on-grid stejného typu sestávající vždy z panelů, střídače, kabeláže a dalších nezbytných součástí, avšak bez akumulátorů. Ceny jsou včetně instalace bez DPH (pro objekty z bytové sféry 5 %, jinak 19 %). Amortizace investice odpovídá půjčce ve stejné výši se splatností 15 let a úrokovou sazbou 5 %; náklady na opravy, obsluhu a příp. ostrahu předpokládány v běžné výši stejné jako ostatní režijní náklady; roční pojistné pak činí 0,25% investičních nákladů. Výnos z výroby elektřiny předpokládá ve variantě 1 aktuální výkupní cenu (pro rok 2007) 13,46 Kč/kWh, ve var. 2 zelený bonus v hodnotě 12,75 Kč/kWh. Úspora za stejné množství elektřiny nenakoupené ze sítě vychází z průměrné ceny 2,50 Kč/kWh.

6/Tepelná čerpadla

Ing. Andrea Hlavová, Ing. Tomáš Voříšek

Princip tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo (TČ) využívá fyzikální schopnosti některých látek měnit skupenství (vypařovat se a kondenzovat) při významně jiných (nižší) teplotě a tlaku, než je běžné např. u vody za atmosférických podmínek.

Již za teplot pohybujících se pod bodem mrazu je tato pracovní látka (chladiivo), jež obíhá v uzavřeném okruhu TČ, schopná se měnit z tekutiny v plyn, a tím do sebe absorbovat velké množství energie, kterou pak po stlačení kompresorem předává k cílenému využití na vyšší teplotní a tlakové úrovni (běžně 35 až 55 °C) přeměnou zpět do výchozího stavu tekutiny.

Pro pohon kompresoru, který zajišťuje cirkulaci chladiiva, je sice nezbytné dodání hnací energie zpravidla ve formě elektřiny, tento energetický vstup však čerpadlo zhodnotí výrobou několikanásobně většího množství energie ve formě tepla.

Míra tohoto poměru mezi energií vyrobenou a spotřebovanou se nazývá topný faktor a závisí vedle typu a technologické úrovně tepelného čerpadla zvláště na velikosti rozdílu teplot primárního zdroje tepla a topného média, které má tepelné čerpadlo poskytovat.

Druhy primárních zdrojů tepla

Jako primární zdroj tepla pro chod tepelného čerpadla lze využít jak zdroje přírodního původu (vzduch, země, podzemní příp. povrchové vody), tak i odpadní teplo z průmyslových výroby a jiných, lidskou činností vyvolaných zdrojů, jsou-li produkovány v dostatečném množství (např. z větších objektů, vodovodní či kanalizační sítě apod.).

Obecně platí, že čím má zdroj tepla vyšší teplotu, tím je jeho možné využití pro potřeby tepelného čerpadla ekonomicky zajímavější.

Podle empirických zkušeností má jeden stupeň teploty primárního zdroje, ať už v kladném, či záporném smyslu, asi 4% vliv na ekonomiku tepelného čerpadla. Výše teploty primárního zdroje je proto pro ekonomickou efektivnost investice do TČ velmi důležitá.

Bohužel však zdroje s nejlepšími předpoklady bývají

nejvíce problematické. Využívání podzemních vod, u nichž je v průběhu roku trvale relativně vysoká teplota (8, 10 i více °C), často naráží na malou vydatnost potenciálního zdroje a navíc je spojeno s velmi náročným povolovacím procesem a doprovodnými opatřeními, které musí vyloučit narušení přírodní rovnováhy podzemních vod v lokalitě.

Využití tepla země hlubinnými vrty, které rovněž zabezpečují relativně vysokou teplotu pracovního média - nemrznoucí kapaliny přiváděné na výparník TČ, je také spojeno s posouzením, respektive vyloučením změn hydrogeologických poměrů v místě.

I proto naprostá většina instalací tepelných čerpadel dnes využívá jako zdroje tepla zem (zemními kolektory) a stále častěji i vzduch. Zpravidla se však u nich nedosahuje takových hodnot topného faktoru, které by instalaci tepelného čerpadla opodstatnily z pohledu celkových nároků na primární zdroje energie.

Dobrym kompromisem mezi zájmy ochrany životního prostředí a ekonomickou výhodností pro využití tepelných čerpadel tak může být odpadní teplo z průmyslových výroby, zemědělství či z nevýrobní sféry. Již i u nás lze nalézt instalace tepelných čerpadel využívajících např. teplo obsažené v odpadním vzduchu z průmyslových hal, potravinářských výroby či vodovodní a dokonce i kanalizační sítě, a to s relativně vysokými hodnotami topného faktoru (4 a více).

Kritickou podmínkou nasaditelnosti tepelného čerpadla je proto nalézt dostatečně vydatný (a pro využití tepelného čerpadla akceptovatelný) primární zdroj tepla, ze kterého by bylo možné tepelnou energii trvale odebírat.

Tab. – Orientační potřeby primárních zdrojů tepla různého původu v přepočtu na jeden kilowatt topného výkonu tepelného čerpadla

Typ primárního zdroje	Hodnota
Podzemní voda	180 l/hod
Hlubinný vrt	10 – 30 m*
Podzemní kolektor	25 – 100*
Vzduch	400 m ³ **

*) v závislosti na typu podloží (nízké hodnoty pro podloží s přítomností podzemní vody, horní hraniční hodnoty pro suché nesoudržné půdy pískového typu s nízkou tepelnou vodivostí)

**) pro teplotu venkovního vzduchu + 7 °C a + 35 °C na výstupu z tepelného čerpadla

Typy a zásady optimalizace návrhu a provozu soustav s tepelným čerpadlem

Typová provedení a oblasti nasazení TČ

Tepelná čerpadla se zpravidla typově člení podle druhu ochlazované a ohřívání látky. Nacházejí využití jako zdroje tepla, méně častěji chladu, pro soustavy ústředního vytápění, příp. chlazení budov nejrůznějšího účelu, ale i průmyslových provozů.

S ohledem na skutečnost, že topné systémy jsou v našich podmínkách tradičně koncipovány jako teplovodní, významně u nás převažují provedení TČ typu **země-voda a vzduch-voda**.

Méně obvyklé jsou instalace tepelných čerpadel do teplovzdušných soustav vytápění, která se prosazují u nových kancelářských objektů a nízkooenergetických staveb. Zde pak mohou být instalována čerpadla ohřívající přímo či nepřímo vzduch rozváděný poté vzduchotechnickými rozvody.

Z pohledu účinnosti, vyjádřené velikostí topného faktoru, bývají pro tepelné čerpadlo nejvhodnější nízkoteplotní soustavy vytápění, jež potřebují topné médium o nízké teplotě (40 – 50 °C). Pokud má čerpadlo poskytovat teplo na vyšší teplotní úrovni nebo musí-li překonávat větší teplotní rozdíl, topný faktor rychle klesá.

Mezní teploty, na kterých tepelné čerpadlo může teplo poskytovat k dalšímu využití, zpravidla nepřevyšují 60 – 65 °C. Limitem jsou především enormní tlakové poměry, které musí kompresor a expanzní ventil při takovýchto výstupních teplotách v pracovním okruhu vyvinout.

Tepelné čerpadlo může samozřejmě rovněž sloužit i pro přípravu teplé vody, zde je však nutné si uvědomit, že teplotní požadavky bývají v tomto případě z důvodu hygieny na výše uvedených teplotních limitech.

Potřeba vyšších teplot (či obecně množství tepla) se proto v praxi řeší doplněním TČ o další, tzv. bivalentní zdroj tepla, který pak zabezpečuje dohřev na požadovanou teplotu.

Vedle tepla mohou tepelná čerpadla poskytovat i chlad. Umožňují to čerpadla, u kterých je chladičí

okruh přizpůsoben pro tzv. reverzní chod. Venkovní výparník pak pracuje jako kondenzátor a naopak. Při dobrém návrhu tak může čerpadlo plnit plnohodnotnou funkci zdroje chladu, což přináší významnou úsporu investic.

Velmi efektivní je využití funkce chlazení zejména u provedení čerpadel se zemními vrty. V takovém případě může být v letním období kompresor odstavena chladičí voda je získávána pouhou cirkulací pracovního média vrty při jejich současné regeneraci, která je navíc žádoucí. Topný, resp. chladičí faktor pak může dosahovat velmi vysokých hodnot (5 – 6).

Klimatizace jako čerpadlo

Na popularitě získávají mezi uživateli i klimatizační jednotky, které jsou využívány jako hlavní zdroj chladu, ale i tepla současně.

U dělených klimatizačních jednotek je navíc možné vnitřní jednotku nahradit vhodným výměníkem chladiivo-voda a klimatizace pak pracuje fakticky na shodném principu jako tepelná čerpadla vzduch-voda. Předpokladem k tomu nicméně je, aby použitá venkovní jednotka byla z důvodu nutnosti odtávání námrazy schopna provozu v režimu topení i chlazení. Dobré parametry co do účinnosti vytápění (tedy hodnoty topného faktoru) nicméně dosahují pouze klimatizace s kvalitnějším kompresorem typu scroll, který bývá součástí větších jednotek (od 8 – 10 kW topného výkonu). Nicméně díky velmi nízkým pořizovacím nákladům v porovnání se „skutečnými“ tepelnými čerpadly je upřednostnění klimatizačních jednotek tohoto typu pro chlazení i vytápění ekonomicky velmi zajímavou investicí.

Využití čerpadel v sektoru služeb a průmyslu

I když se v souvislosti s tepelnými čerpadly ve většině případů publikují informace týkající se domácností a rodinných domů, jejich využití je rozšířené i v sektoru služeb a průmyslu. Podle statistik Ministerstva průmyslu a obchodu se mimo domácnosti v roce 2004 používalo minimálně 726 tepelných čerpadel s celkovým instalovaným výkonem minimálně 36 463 kW. Celkem se dle dostupných dat mimo domácnosti využívá více než 467 subjektů, z toho 194 subjektů s instalovaným tepelným výkonem větším nebo rovným 40 kW. Následující graf, pocházející ze zdrojů Ministerstva průmyslu a obchodu, dokumentuje rozdě-

lení subjektů dle četnosti využití tepelných čerpadel v České republice.

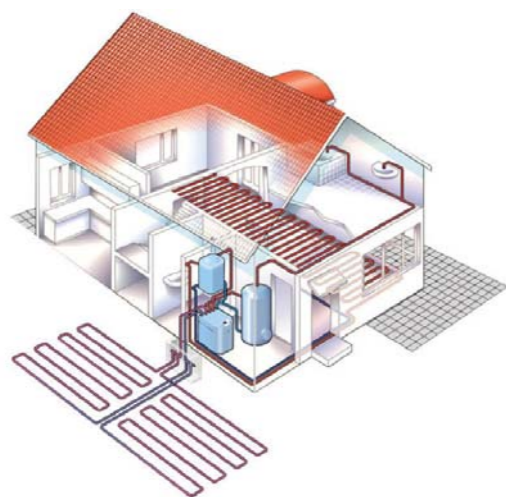
Graf – Sektorové rozdělení subjektů provozujících v ČR tepelné čerpadlo (mimo sektor domácností)



Tab. - Rozdělení tepelných čerpadel podle primárního zdroje a ohřívacího média a možnosti použití

TYP ČERPADLA (ochlazuje se/ohřívá se)	MOŽNOSTI POUŽITÍ
země/voda	univerzální typ pro ústřední vytápění, teplotním médiem primárního okruhu je nemrznoucí kapalina
vzduch/voda	univerzální typ, pro ústřední vytápění i klimatizaci
voda/voda	využití odpadního tepla, geotermální energie, ústřední vytápění
vzduch/vzduch	doplňkový zdroj tepla, teplovzdušné vytápění, klimatizace
voda/vzduch	teplovzdušné vytápěcí systémy

Obr. Příklad instalace tepelného čerpadla země (kolektor)/voda



Dimenzování výkonu

S ohledem na výši investice, která se běžně pohybuje na úrovni několika desítek tisíc Kč na jeden kilowatt topného výkonu, bývá výkon tepelného čerpadla volen tak, aby byl maximálně využit.

Dle četnosti venkovních teplot v období vytápění lze cca 2/3 tepelného výkonu zdroje, jehož jmenovitá hodnota odpovídá tepelné ztrátě objektu, pokrýt více než 90 % potřeby tepla na vytápění. Tato důležitá empirická pomůcka tak nachází významné uplatnění při dimenzování tepelných čerpadel.

Tab. – Míra krytí potřeby tepla při různém výkonu tepelného čerpadla

Podíl TČ (%) *	0	30	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
Krytí spotřeby (%) **	0	61	72	78	82	86	89	91	93	96	98	100

*) Podíl tepelného čerpadla je poměr výkonu TČ a tepelné ztráty objektu
 **) Krytí potřeby je podíl tepelné energie dodané do objektu tepelným čerpadlem

Topný výkon tepelného čerpadla zpravidla odpovídá jen části (1/2 až 2/3) tepelné ztráty budovy a zbytek je kryt špičkovým, tzv. bivalentním zdrojem tepla (kterým je z praktických důvodů nejčastěji elektrokotel). Pokrytí špičkové potřeby tepla významně investičně levnějším zdrojem umožní snížit celkové pořizovací náklady soustavy a současně je prospěšné i pro vlastní chod TČ (sníží počet cyklů, kdy čerpadlo je zapínáno a odstaveno v důsledku přebytku výkonu nad potřebou tepla). Druhý zdroj tepla pak současně slouží jako záloha při odstavení čerpadla.

Topný faktor a jeho optimalizace

Výše topného faktoru je pro ekonomiku provozu tepelného čerpadla zásadní. Významně ji lze vedle volby primárního zdroje tepla přímo ovlivnit požadovanou teplotou na výstupu. Při stejných podmínkách na straně primárního zdroje tepla může snížení teploty topné vody (ohřívání v sekundárním okruhu čerpadla) o 10° C zvýšit topný faktor i o jeden výkonový stupeň. Topný faktor přitom není konstantní a vždy se vztahuje na určitý provozní stav. Tím je míněna zejména teplota na primární (zdrojové) a sekundární (topné) straně tepelného čerpadla. Výrobci proto uvádějí, za

jakých (teplotních) podmínek je jejich tepelné čerpadlo uvedený topný faktor schopné dosáhnout.

V praxi je výše topného faktoru navíc v průběhu sezóny proměnná, a to jednak vlivem nestálosti teploty primárního zdroje tepla (typickým příkladem je vzduch či země) a často i teploty topného média (je-li otopná soustava vybavena ekvitermní regulací).

Nejvyššího přínosu proto může čerpadlo přinést v nízkoteplotních otopných soustavách pracujících s teplotami topné vody do 40 – 50 °C (nebo jeho využitím pouze na předehřev topné vody na uvedenou mezní teplotní úroveň).

Nicméně každé opatření s cílem zvýšit (maximalizovat) topný faktor, např. rekonstrukcí otopné soustavy na „nízkoteplotnější“ či snížením teploty, od které tepelné čerpadlo začíná doplňovat bivalentní zdroj, je nutné zvážit i z ekonomického hlediska. Častokrát může být cílený efekt (lepší ekonomika provozu) přesně opačný.

Topný faktor tepelného čerpadla je však jen dílčím ukazatelem jeho celkového přínosu pro efektivní vytápění daného objektu. Pro souhrnné vyhodnocení, stanovení tzv. **reálného/provozního topného faktoru**, je nutné ke spotřebě elektrické energie kompresorem čerpadla připočítat spotřebu oběhových čerpadel primárního i sekundárního okruhu a rovněž i bivalentního zdroje, který kryje odběrové špičky.

U nejčastěji používaných čerpadel typu „země-voda“ a „vzduch-voda“ je možno za standardních podmínek seriózně počítat s reálným topným faktorem vytápěcích systémů v bivalentním zapojení v rozsahu **2,5 až 3** (výjimečně 3,5, je-li možné např. využít vzduchu s vyšší teplotou, než je venkovní).

U tepelných čerpadel „voda-voda“ může být topný faktor systému i o jednotku vyšší, obzvláště, jsou-li využívány odpadní vody o teplotě 10 °C.

Ekonomické hledisko

Posuzovat ekonomiku tepelného čerpadla lze vždy pouze komplexně pro celý objekt nebo zařízení, pro které má sloužit. Důvodem je skutečnost, že častokrát je s instalací tepelného čerpadla spojena řada dalších investic, např. do otopné soustavy, infrastruktury v místě apod. Na druhou stranu pak může přinést (budoucí) úspory díky skutečnosti, že není nutné investovat do jednoúčelové klimatické jednotky, pokud je čerpadlo schopné poskytovat i chlad.

Významné pozitivum rovněž přináší zvláštní sazba, která je pro objekt, resp. odběrné místo při instalaci čerpadla přiznávána. Má charakter přímotopné sazby, a tudíž je dvoutarifní, s nízkým tarifem po nadstandardních 22 hodin denně.

V případě malých instalací je tak možné zajímavě ekonomicky profitovat už z této sazby, jelikož ostatní spotřeba elektřiny (na osvětlení, chod elektrospotřebičů) může být spotřebována s významně nižší průměrnou cenou, než pokud by odběrné místo mělo např. sazbu pro netepelné užití elektřiny. Při výši této tzv. nezáměnné spotřeby např. 5 000 kWh/rok tak nasazení tepelného čerpadla může znamenat potenciální finanční úsporu v řádu 5 – 10 tis. Kč ročně.

K tomu pak samozřejmě přistupují přínosy samostatného tepelného čerpadla. Jak již bylo zmíněno, dobrá instalace čerpadla může dosahovat celkového topného faktoru 3 i více. Tuto úroveň lze považovat za minimální k tomu, aby čerpadlo v konečném důsledku šetřilo energetické zdroje (důvodem jsou relativně nízké účinnosti výroby elektřiny, kterou pro svůj chod vyžaduje). Pokud by čerpadlo nedosáhlo výše uvedených optimálních hodnot reálného topného faktoru, je jeho využití například ve srovnání s kotlem na zemní plyn z energetického hlediska sporné. Nicméně upřednostnění čerpadla tam, kde může nahradit přímotopné či akumulární vytápění elektřinou, je však již racionální investicí – z ekonomického i environmentálního pohledu. Fakticky totiž snižuje, při stejné spotřebě energie - tepla, v konečném důsledku, spotřebu primárních zdrojů energie až na jednu třetinu.

Energie větru

7



Úvod do využití větrné energie

Větrná energie má podobně jako ostatní obnovitelné zdroje původ v slunečním záření. Vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře a projevuje se ve formě různě intenzivního proudění vzduchu (v horizontálním i vertikálním směru). Pro energetické účely bývá přitom využívána pouze horizontální složka.

Využívají ji větrné elektrárny (VE), které svou konstrukcí (turbína - generátor) mění kinetickou energii větru na mechanickou a posléze i elektrickou. Získaná energie je přímo úměrná třetí mocnině rychlosti proudící vzdušné masy. To znamená, že při zdvojnásobení rychlosti větru (např. z 5 m/s na 10 m/s) vzroste jeho energie osmkrát. Rychlost energie navíc roste logaritmicky s výškou (nad terénem). Jinými slovy to znamená, že větrnost lokality je pro vhodnost instalace větrné elektrárny naprosto klíčová.

Jelikož proudění vzduchu je velmi proměnné (co do rychlosti i směru větru), je pro přípravu projektového záměru výstavby VE ve vybrané lokalitě nezbytné znát místní dlouhodobou průměrnou hodnotu rychlosti větru.

Ideální je ověřit povětrnostní podmínky v lokalitě měřením, a to nejlépe přímo v úrovni plánované osy rotoru soustrojí, jelikož poblíž zemského povrchu je proudění vzduchu ovlivňováno drsností povrchu a terénními překážkami. Umístění gondoly VE (turbíny a generátoru) do dostatečné výšky nad terén nicméně tento faktor může významně omezit či přímo eliminovat.

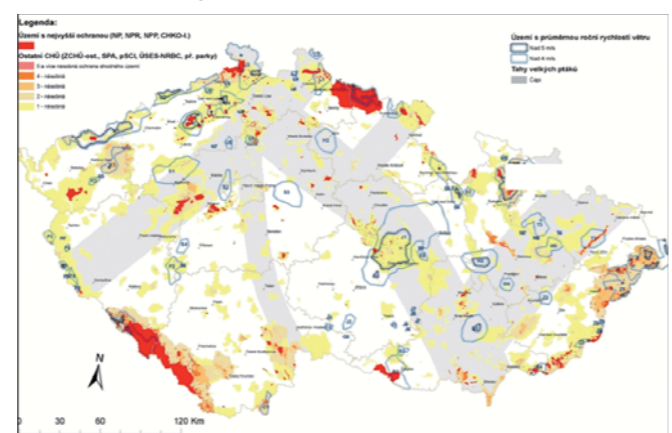
Nicméně lze doporučit, aby pro seriózní podnikatelské záměry byly modelové propočty větrnosti lokality potvrzeny i přímým měřením.

Potenciál větrné energetiky v ČR a jeho využití

Mezi odbornou veřejností panuje konsenzus, že pro umístění VE jsou u nás vhodné pouze takové typy lokalit, kde průměrná roční rychlost větru dosahuje alespoň 4,5 – 5 m/s ve výšce 10 metrů nad zemí či jinak alespoň 5 až 6 m/s v ose rotoru turbíny. Většina těchto příhodných lokalit se nachází ve vyšších nadmořských výškách nad 500 m.n.m., bohužel však nemalá část v chráněných oblastech, kde je stavba elektráren znemožněna (zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny).

Podle propočtů by se nicméně i tak mohlo v následujících letech u nás postavit několik stovek větrníků, jejichž celkový instalovaný výkon by se mohl blížit 1000 MWe. Pro srovnání, v roce 2006 bylo v provozu, respektive připojeno do rozvodné sítě asi 70 soustrojí o celkovém el. výkonu cca 50 MW. Řada dalších však již byla v projektové přípravě.

Obr. Mapa ČR s vyznačením území vhodných pro umístění větrných elektráren



Zdroj: Energetický regulační úřad
Originál ke stažení zde: http://www.eru.cz/rz_06/rz/mapy/15.htm

Typové členění větrných elektráren

Dříve využívaná přímá přeměna energie větru na mechanickou práci (větrné mlýny) se ve vyspělých zemích dnes už téměř nevyužívá. Dnes se z větru získává jiná forma energie – elektřina. Je obnovitelného charakteru a proto žádoucí.

Velké větrné elektrárny dodávají elektřinu do sítě, drobná zařízení slouží pro zásobování odlehklých objektů nepřipojených k síti.

Pro tyto, tzv. „off-grid“, aplikace se používají mikroelektrárny s výkonem od 0,1 do 5 kW. Součástí autonomního systému jsou i akumulátory a řídicí elektronika. V objektu pak může být buď rozvod stejnosměrného proudu s nízkým napětím (12 nebo 24 V), nebo je v systému zapojen ještě střídač pro dodávku střídavého proudu 220 V. Podle toho je nutno objekt vybavit energeticky úspornými spotřebiči. Autonomní systémy bývají doplněny dalšími zdroji, vhodné jsou například fotovoltaické panely.

Hlavním trendem doby jsou ale VE dodávající energii do rozvodné sítě. Slouží téměř výhradně pro komerční výrobu elektřiny.

Malá řešení, u nichž el. výkon dosahuje desítek, max. několik málo stovek kilowatt, však nejsou příliš ekonomicky efektivní. Veřejná podpora spíše nepřímou navádí investory využívat vhodné lokality většími soustrojími (v řádech min. stovek kilowatt), u nichž pak lze dosáhnout nižších měrných investic, ale zároveň vyšších energetických zisků (díky možnosti instalovat rotor do větší výšky a schopnosti transformace kinetické energie v elektrickou s vyšší účinností).

Pokud jde o vlastní technické řešení, fakticky bezvýhradně jsou dnes pro komerční aplikace instalovány soustrojí pracující na vztakovém principu, s vodorovnou osou otáčení rotoru turbíny. Rotory mají zpravidla tři listy, které jsou u nejmodernějších řešení schopné měnit úhel sklonu podle podélné osy (tzv. pitch control) v závislosti na síle větru.

Otočitelná pak bývá i celá gondola, tj. turbína i generátor, pro nastavení listů vždy čelem k aktuálnímu směru větru.

Výrobci se ale zásadně odlišují v koncepci přenosu mechanické energie z turbíny na elektrickou. Tradiční jsou řešení s převodovkou skříní a asynchronním ge-

nerátorem. Tento typ může pracovat pouze jako on-grid systém, tj. připojený do rozvodné sítě, a pracuje s konstantními otáčkami (generátoru).

Na popularitě však stále více získává řešení, jež si nevyžaduje převodovku, a to díky speciálnímu mnohápólovému prstencovému generátoru. Ten pracuje v režimu proměnlivých otáček a vyráběný proud je prostřednictvím elektroniky přizpůsoben parametrům sítě, k níž je elektrárna připojena. Výhodou elektráren tohoto typu je, že mohou být uvedeny do provozu i při nižších rychlostech větru (od 2,5 m/s, běžné jsou 4 m/s).

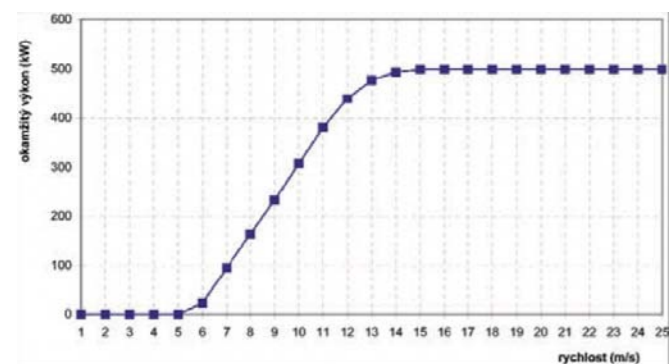
Pro zvýšení výroby jsou některé elektrárny vybaveny dvěma generátory (nebo jedním s dvojitým vinutím). Při nízké rychlosti větru běží menší generátor, při vyšší rychlosti větru se přepne na větší generátor. Startovací rychlost pro snížený výkon je potom kolem 2,5 m/s.

K zefektivnění provozu a snížení nákladů na projektování a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin v počtu několika jednotek až desítek, tzv. **větrných farem**.

Tab. – Základní členění větrných elektráren a vhodnost jejich použití

Rozdělení dle velikosti a výkonu	Nominální výkon (kW)	Průměr vrtule (m)	Použití
Mikroelektrárny	do 1	do 2	napájení jednotlivých zařízení, dobíjení baterií, osobní použití, napájení vysílačky, počítače, vařiče, osvětlení, malého topení
Malé VE	1 – 60	2 – 16	využití pro rodinné domky, menší budovy, malé firmy, dobíjí baterie, mohou napájet osvětlení reklamních panelů podél dálnic, dopravní značky, měřiče teploty, čerpání vody ze studně a její rozvod
Střední VE	60 – 700	16 – 45	zásobování středně velkých objektů nepřipojených k síti, případně dodávka elektrické energie do sítě
Velké VE	700 a více (souč. max. 6400)	45 – 128	zdroj pro celé obce, dodávají elektřinu do sítě

Graf – Příklad výkonové charakteristiky větrné elektrárny o výkonu 500 kWe s převodovkou a asynchronním generátorem



Zdroj: EkoWATT

Větrné turbíny nabízí na evropských trzích celá řada výrobců. Za Německo to jsou výrobci Enercon, Nordex, Repower DeWind, dále se jedná o dánské firmy, například Vestas a Bonus a španělské MTorres, Gameta. I Česká republika má své výrobce, jakými jsou například Wikov Wind, WinWinD/ČKD Blansko, Windtower a pro mikro a malé větrné elektrárny se jedná o firmy KV VENTI, Agroplast VE Olejnice či Alter-eko.

Ekonomické hledisko

Míru ekonomické efektivity toho daného projektu je možné si relativně dobře porovnat s parametry, které jsou předpokládány při výpočtu výkupních cen příznávných zákonem č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, a jeho prováděcími předpisy (vyhláška č. 475/2005 Sb.).

Zákonem zajištěná 15letá návratnost projektů využívajících obnovitelné zdroje pro výrobu elektřiny je v případě VE dosažitelná pouze při investičních nákladech hluboko pod 40 000 Kč na instalovaný kW el. výkonu a současně při ročním využití instalovaného výkonu po dobu blízkou se 2000 hod/rok, tj. přes 20 % časového fondu.

Takovýchto parametrů je dnes možné v praxi dosáhnout jen u velkých soustrojí v řádu spíše megawatt, jelikož malá soustrojí mívají měrné investice 2 – 3krát vyšší a roční využití instalovaného výkonu málokdy přesáhne 1 tis. hodin v roce.

Tudíž aby investice do malé větrné elektrárny byla ekonomicky zajímavá, respektive se za dobu životnos-

ti soustrojí fakticky vrátila, je nutné hledat ještě další formy podpory. Může jí být například upřednostnění druhé možné formy podpory dané uvedeným zákonem, a to tzv. zelených bonusů. Elektřinu by pak výrobce spotřeboval v rámci odběrného místa, a tím si snížil náklady za elektřinu, kterou by jinak musel ze sítě odebrat (za mnohem vyšší cenu).

Tab. – Výše výkupních cen a zelených bonusů pro výrobu elektřiny z větrných elektráren pro rok 2007

Větrné elektrárny	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě (Kč/MWh)	Zelené bonusy (Kč/MWh)
Uvedená do provozu po 1. lednu 2007 včetně	2 460	1 950
Uvedená do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2006 včetně	2 510	2 000
Uvedená do provozu od 1. ledna 2005 do 31. prosince 2005 včetně	2 750	2 240
Uvedená do provozu od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2004 včetně	2 890	2 380
Uvedená do provozu před 1. lednem 2004	3 200	2 690

Zdroj: Cenové rozhodnutí ERÚ č. 8/2006

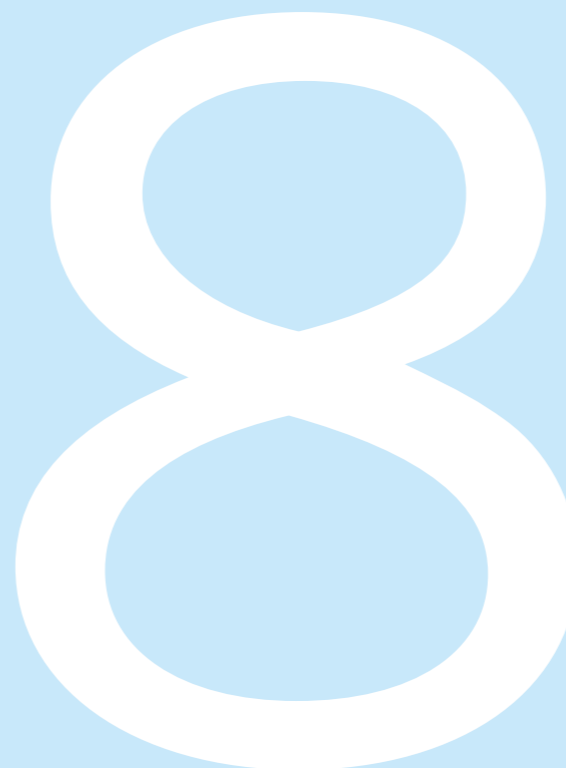
Vliv VE na životní prostředí

I když je technologie využívání energie z větru takřka bezemisní a bezodpadová, spojují se s výstavbou větrných elektráren i některá negativa. Stavba větrných elektráren je zakázána v národních parcích, v přírodních rezervacích, v blízkosti národních památek a v oblastech první zóny CHKO.

Jedním z velmi diskutovaných témat je hlučnost, která je při provozu způsobena jednak strojovnou, a jednak stykem proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru. Tento problém se však spíše týká starších konstrukcí, jelikož hluk současných strojů je poměrně nízký. Dalším je pak plašení zvěře a ovlivnění ptačích společenstev, stroboskopický efekt a rušení televizního signálu. Nejproblematičtější faktorem asi zůstává ovlivnění krajinného rázu. S rostoucí velikostí konstrukce přibývá díky tomuto problému odpůrců.

Životnost větrné elektrárny se pohybuje kolem 15 – 20 let. Je-li instalována do správné lokality, uvádí se, že vyrobí asi 20krát více energie, než je potřeba pro její výrobu a zprovoznění.

Vodní energie



8/Vodní energie

Úvod

Využívání energie vody pro energetické účely má u nás z obnovitelných zdrojů, spolu s biomasou nejdelší tradici. Důkazem je do značné míry vyčerpaný hydroenergetický potenciál, jenž se navíc díky veřejné podpoře zavedené zákonem č. 185/2005 Sb. pro projekty novostaveb i rekonstrukcí malých vodních elektráren (MVE), tj. elektráren s instalovaným výkonem do 10 MWe, rychle zmenšuje.

V současnosti je v zemi v provozu asi 1500 malých vodních elektráren, které ročně dohromady vyrobí přes 900 GWh elektřiny, což v přepočtu na dlouhodobý průměr představuje necelou polovinu celkové výroby el. energie z vody u nás. Zbývající energetický potenciál vodní energie je odhadován asi na 500 GWh/rok a je z různých důvodů na území republiky nerovnoměrně rozdělen v rámci dílčích povodí.

Zahrnuje přitom nejen nové lokality, ale i rekonstrukce stávajících „malých vod“, ke kterým z důvodu nezanedbatelného potenciálu zákonná podpora rovněž motivuje. Více než polovina existujících MVE je dnes provozována se soustrojími starými padesát a více let, a tak modernizací instalované technologie a optimalizací provozu lze dosáhnout poměrně významného navýšení výroby elektřiny.

Výhodou projektů předpokládajících obnovu technologie či vodního díla je nižší potřeba investic v poměru k dosažitelnému výkonu a jeho využití i složitost povolovacího řízení.

Podnikatelské záměry nových MVE musejí naopak počítat se stále méně příhodnými podmínkami, zejména pokud jde o hydrologické poměry lokality (spád, průtok) a požadavky úřadů na minimalizaci vlivů díla na životní prostředí (rybí přechody apod.). To vše vede k vyšším investicím a zpravidla i jejich delší návratnosti.

Energetický potenciál vodní energie není omezen jen na vodní toky. Reálnou možností je instalace MVE

u významnějších nádrží a rybníků. Díky vývoji tzv. mikroturbín lze dnes využít i vodní díla s velmi malým energetickým potenciálem (definovaných spádem a průtokem). Může být přitom koncipována jak pro trvalý provoz, tak i jen pro chod v energetických špičkách. Ekonomickou efektivitu takového řešení je však nutné ověřit.

Výrobu elektřiny lze pak zavést i u vodárenských objektů, vybudovaných pro účely zásobování pitnou nebo užitkovou vodou, kde je možno získat téměř konstantní vysoké spády s průtoky bez větších změn. Hlavním argumentem pro realizaci MVE je zpravidla jednoduché zabudování do objektu a z toho plynoucí minimální investice na stavební část. Předpokladem je nicméně zamezení jakékoliv možné kontaminace vody (hydraulický okruh bez maziv).

Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování

Pro využitelnost hydroenergetického potenciálu konkrétní lokality jsou klíčové dva základní parametry – **využitelný spád a průtočné množství vody** v daném profilu.

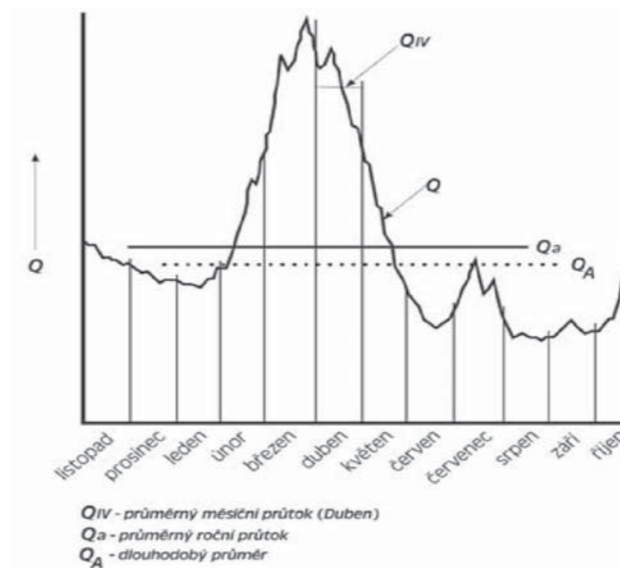
Součin obou veličin definuje celkový potenciální výkon vodního motoru, respektive turbosoustrojí. **Využitelný spád** vychází z celkového statického spádu stanoveného v dané lokalitě na základě rozdílu vodních hladin na úrovni přítoku, respektive odtoku vody do/z turbíny (tj. při nulovém průtoku).

Využitelné průtočné množství vody pak vypovídá o vydatnosti vodního toku. Zohledňuje proměnlivost průtoku během roku a rovněž pak i potřebu zachovat v hlavním korytě minimální hygienický (sanitární) průtok, jenž bývá obvykle ve vodoprávním povolení stanoven na 330, 355 nebo 364denní průměrný průtok vody. MVE se obvykle dimenzují na 90denní až 180denní průměrný průtok.

Tab. – Příklad Mdenní průtokové závislosti

M [dni]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q [m³/s]	2,7	1,9	1,5	1,2	1,0	0,85	0,75	0,6	0,5	0,4	0,34	0,25	0,18

Graf – Příklad Mdenní průtokové závislosti



Pro předběžný odhad dosažitelného výkonu MVE lze použít zjednodušený vztah, kde je výkon uveden již v kW, protože ve vztahu je již brán zřetel na měrnou hmotnost vody, která je 1 000 kg/m³:

$$P = k \times Q \times H$$

kde:

P	je výkon [kW]
Q	je průtočné množství vody, průměrný průtok [m³/s]
H	je spád využitelný turbínou v [m]
k	je konstanta uváděná v rozsahu 5 - 7 pro malé vodní elektrárny, 8 - 8,5 pro střední a velké; její velikost ovlivňuje účinnost soustrojí a technická úroveň použité technologie

Výroba elektřiny ve vodní elektrárně potom bude:

$$E = P \times T$$

kde:

E	je množství vyrobené energie během roku [kWh]
P	je výkon [kW]
T	je počet provozních hodin během roku [h]

Počet provozních hodin během roku se stanoví podle počtu dní M, ve kterých může turbína se zvoleným regulačním rozsahem pracovat (doporučit lze alespoň 4 000 h).

Vedle hydrologických poměrů v dané lokalitě je nutné vzít při návrhu projektu MVE rovněž do úvahy následující doprovodné faktory:

- možnost umístění vhodné technologie;
- vhodné geologické podmínky a dostupnost lokality pro těžké mechanismy, případně vhodnost pro vybudování potřebné zpevněné komunikace;
- vzdálenost od přípojky VN nebo VVN s dostatečnou kapacitou;
- minimalizace možného rušení obyvatel hlukem, jinak je nutno provést odhlučnění;
- míra zásahu do okolní přírody a vhodné začlenění do reliéfu lokality, předepsáno stavebním úřadem či urbanistou, zátěž při výstavbě elektrárny, zátěž budováním přípojky;
- dodržování odběru sjednaného množství vody - využitím spolehlivých automatik v souvislosti s hladinovou regulací se vyloučí nevhodný vliv obsluhy MVE;
- způsob odstraňování naplavenin vytažených z vody - je nutno zajistit odvoz a likvidaci z vody vytažených naplavenin, v žádném případě je nelze vracet do toku,
- majetkoprávní vztahy ohledně pozemku, postoj místních úřadů, vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemků.

Při dodržení všech uvedených aspektů nemůže MVE svým provozem narušit životní prostředí v lokalitě, naopak přispívá k revitalizaci místního říčního systému a kladně ovlivňuje režim vodního toku (čistí a provzdušňuje tok). Případné nedodržování odběru, které se projevuje tím, že přes jez neprotéká dostatečné množství vody, je dnes vodoprávními orgány přísně postihováno.

Technologie vodních elektráren

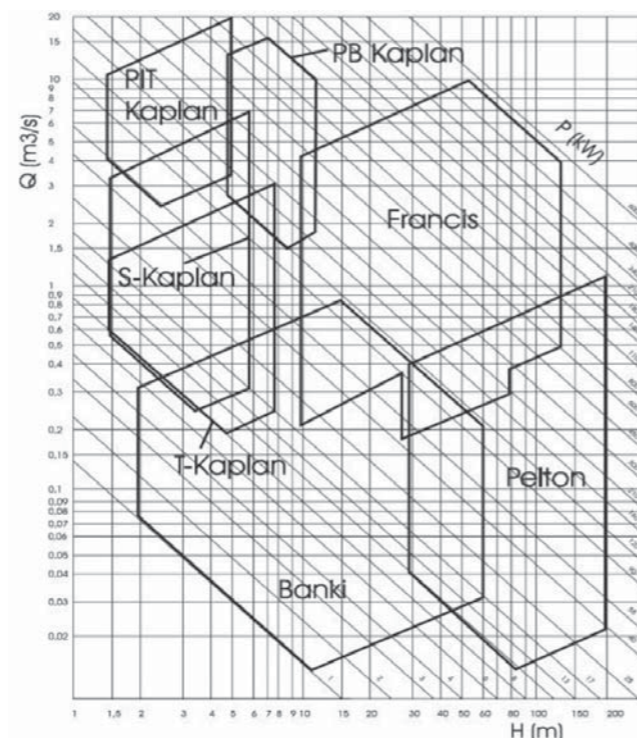
Mezi hlavní části vodní elektrárny patří **vodní turbína**. Pro různé velikosti spádu a množství protékající vody lze nasadit různé typy turbín (viz graf níže). Rozeznáváme turbíny „rovnotlaké“, někdy označované jako akční. Jako rovnotlaký vodní motor je vedena Peltonova a Bánkiho turbína.

Druhou skupinou vodních motorů jsou „přetlakové“, někdy nazývané jako reakční. Do této skupiny patří například Kaplanova vrtulová a Francisova turbína, případně i další. Další dělení turbín vychází spíše z jejich usazení, a to na šikmé, vertikální a horizontální. Pro malé spády se převážně využívá Kaplanova turbína, u velkých spádů Bánkiho a Peltonova turbína. Pro střední spády mezi (20 – 110 m) se používá Francisova turbína.

Pro velmi nízké spády (do 2 m) i průtoky jsou pak již dnes na trhu k dispozici speciální typy turbín s výkony jen několika kilowatt (např. tzv. vírová turbína od VÚT Brno, mikroturbína Cink) či dokonce ještě méně (mikroturbína Setur).

Nové turbíny dnes dosahují běžných účinností na úrovni 80 – 85 %.

Graf - Základní charakteristika vodních turbín, jejich dosažitelný výkon P a vymezení oblastí jejich použití v závislosti na dispozicích vodního zdroje (Q znamená průtok turbínou, H je spád)



Známe několik systémů vodních děl (VD) a jejich kombinací. Nejznámější VD je drobné derivační dílo, nízkotlaké s akumulací. Velice známou skupinou bylo dříve vodní dílo jezové, které využívá rozdílnou výšku hladin. Dalším dílem může být nízkotlaké VD s tlakovým přivaděčem nebo vysokotlaké průtočné nebo s akumulací. V některých případech se využívají retenční nádrže, a to u průtočného rybníka.

Důležitým prvkem pro VD jsou česle, které slouží k zachycení nečistot, čímž chrání vlastní turbínu před poškozením (listí, větve, kmeny atd.). U některých VD je nutné použít k regulaci hladiny stavidla, a to zejména u otevřených přivaděčů.

Přepady slouží k odpuštění nadbytečné vody do pokračujícího vodního toku a k udržení požadované hladiny v nádrži.

Tam, kde je nařízeno dodržovat jistý průtok vody, tzv. sanační průtok, musí být někde v hrázní desce prohlubně umožňující minimální průtok i za sucha. Většina vodních děl pro MVE má i před strojovnou tzv. lapač kamenů a písku, aby nedošlo k poškození tur-

bíny. V současné době musí mít každé vodní dílo rybí přechod, aby byla umožněna migrace vodních živočichů. Existují různé konstrukce těchto přechodů.

Některé MVE mají přivaděče vody k turbíně mimo hlavní tok řeky. Existují přivaděče otevřené (přirozené koryto, strouhy), kryté betonové, dřevěné, kombinované nebo potrubní přivaděče, které mohou být rovněž plastové, betonové, ocelové nebo litinové. VD je ukončené odpadním kanálem, který slouží pro vytékající vodu z vodní turbíny. Dimenzování odpadního kanálu závisí na druhu turbíny.

Přehled jednotlivých kroků investičního záměru MVE

Výstavba MVE se řídí zákonem č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, tzv. vodním zákonem, a souvisejícími (podřízenými) předpisy – vyhláškami. Před zahájením stavby MVE je nutné připravit důkladný **záměr stavby**. Na základě tohoto prvního kroku musí následovat **územní řízení** s vystavením **územního rozhodnutí**. Dalším krokem je vyvolání **vodoprávního a stavebního povolení**. Na základě těchto aktů se musí dopracovat projektová dokumentace k realizaci vodního díla včetně technologického zařízení (strojovna atd.). Následně je možné zahájit realizaci stavby.

Závěrečným krokem je provedení komplexní zkoušky vodního díla a technologické části MVE, kolaudace a uvedení elektrárny do trvalého provozu.

Ekonomické aspekty

Investorům dnes legislativa (vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb.) pomáhá uvedením dvou nejjednodušších technicko-ekonomických parametrů, za kterých může podpora formou výkupních cen nebo zelených bonusů umožnit zákonem předepsanou 15letou návratnost vložených prostředků do projektu (malé) vodní elektrárny.

Je jím jednak **výše měrných investic** v přepočtu na jednotku instalovaného el. výkonu a dále pak míra jeho využití (během roku).

Výše měrných investic indikuje rozsah, složitost, ale také výchozí ekonomickou bilanci projektu hydroelektrárny. Čím jsou větší, tím vyššího následného využití během provozu je nutné u energetického zdroje dosáhnout k tomu, aby se vyrovnal projektům s nižšími (měrnými) náklady realizace.

O ekonomické racionálnosti novostaveb MVE dnes zásadní měrou rozhoduje rozsah případných stavebních úprav vodního díla, kde jsou plánovány. Za podmínky, že jsou v souladu s legislativou, jsou opodstatnitelné, pokud umožní **nadproporcionálně** zvýšit výkon turbosoustrojí a roční dosažitelnou výrobu elektřiny oproti výchozímu řešení.

I z důvodu složitých povolovacích řízení lze doporučit lokalizovat nové projekty MVE do těch míst, kde v minulosti vodní dílo již existovalo (bývalé mlýny, pily, kastry, hamry apod.), přičemž tam často zůstaly některé funkční součásti (jezy, náhony, odpady atd.).

Vyžaduje-li si projekt vodní elektrárny pouze dostavbu stávajícího vzdouvacího zařízení (pro vyšší spád), je to velký rozdíl v porovnání s výstavbou zcela nového tělesa jezu. Stejně je to s možností využít pro stavbu MVE stávajícího náhonu namísto stavby celého nového derivačního kanálu.

U komplexních novostaveb malých vodních elektráren dnes proto dosahují měrné investiční náklady o 30 – 50 % vyšších hodnot (v průměru 140 – 150 tisíc Kč/kWe), než jsou dosažitelné v případě projektů obnovy či modernizace stávajících vodních děl s existující MVE či dobrými podmínkami pro její výstavbu.

A tak nepodaří-li se vyšší investice kompenzovat tomu úměrně vyšším ročním využitím instalovaného výkonu, tj. vysokou roční výrobou elektřiny, návratnost vloženého kapitálu se posouvá za hranici, pro níž jsou zákonem garantovány výkupní ceny, se všemi riziky z toho vyplývajícími.

Právě **roční využití instalovaného výkonu** je druhým zásadním parametrem, kterému by investor měl věnovat velkou pozornost. Je jakousi výslednicí hodnotící celkové řešení projektu. V podstatě dokládá, zda byl zvolen správný typ a výkon turbogenerátoru vzhledem ke specifickým hydrologickým poměrům lokality.

Nízké hodnoty (pod 3 tis. hod/rok) naznačují buď předimenzování nebo nedostatečný průtok, vysoké (nad 6 tis. hod/rok) naopak pravděpodobnou možnost nasadit k vodnímu dílu soustrojí s větším výkonem.

Optimalizace obou výše uvedených faktorů jsou proto nutným předpokladem dobré ekonomiky projektu MVE.

Tab. – Indikativní technicko-ekonomické parametry projektů MVE pro dosažení zákonem stanovené návratnosti investic (vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb.)

Celkové měrné investiční náklady	Roční využití instalovaného výkonu
[Kč/kW]	[kWh/kW]
< 110 000	> 3 700
< 130 000	> 4 500
< 155 000	> 5 700

Na výstavbu, případně rekonstrukci MVE lze nicméně získat i nevratnou podporu z různých dotačních programů s vazbou na Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie a operační programy, jež jsou kofinancovány ze strukturálních fondů. Bankovní domy jsou schopné dobrým projektům poskytnout i zvýhodněné úvěry (s delší dobou splatnosti, nižší úrokovou sazbou).

Doporučená literatura a zdroje informací

²⁾ V rámci podpory zařízením využívajícím obn. zdroje pro výrobu elektřiny formou garantovaných výkupních cen se rekonstruovanou malou vodní elektrárnou rozumí stávající výrobní, na které byla po 13. srpnu 2002 provedena a dokončena rekonstrukce zařízení výroby zvyšující technickou, provozní, bezpečnostní a ekologickou úroveň zařízení na úroveň srovnatelnou s nově zřizovanými výrobny (viz cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu).

9/Doporučená literatura a zdroje informací

VYTÁPĚNÍ

- Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva
<http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&h=5&pl=39>
- Databáze dotazů a odpovědí v sekci Elektrické vytápění i-EKIS
<http://www.i-ekis.cz/?akce=archiv&ido=13>

OHŘEV TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY

- Kalkulace pro výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=47&h=38>
- Příloha č. 7 k vyhlášce č. 442/2004 Sb. o energetickém štítkování domácích elektrospotřebičů – elektrické ohříváče vody a jejich zařazování do energetických tříd
http://www.uspornespotrebice.cz/data_editor/File/vyhl_el_ohr_vody.pdf

ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

- Databáze dotazů a odpovědí v sekci Zateplování objektů i-EKIS
<http://www.i-ekis.cz/?akce=archiv&ido=21>

KLIMATIZACE a VZDUCHOTECHNIKA

- Klimatizační jednotky pro byty a kanceláře: Spolu pro Prahu
[http://www.spoluproprahu.cz/\(qymcgojy52dse1reclv3cp45\)/default.aspx?ido=250&sh=1581126459](http://www.spoluproprahu.cz/(qymcgojy52dse1reclv3cp45)/default.aspx?ido=250&sh=1581126459)
- PRE Fórum Speciál: Klimatizace
<http://www.pre.cz/data/sharedfiles/PRE/preforum/preforum-special-6-klimatizace.pdf>

BIOMASA

- Pastorek Z., Kára J., Jevič P.: Biomasa - obnovitelný zdroj energie, FCC PUBLIC, Praha, 2004
- Mutinger K., Beranovský J.: Energie z biomasy, Praha, ERA Group,
http://www.erag.cz/era/kniha.asp?NEW_ID=148
- Publikace o energetice na stránkách biom.cz:
<http://biom.cz/publikace.shtml>
- Seznam informací o energetickém využití biomasy na stránkách Wikipedie:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Biomasa>
- Moderní využití biomasy – Technologické a logistické možnosti, Česká energetická agentura / Enviro, 2006
<http://www.ceacr.cz/?download=2006/02.pdf>

TEPELNÁ ČERPADLA

- Tepelná čerpadla – Karel Srdečný, Jan Truxa, ERA Group,
http://www.erag.cz/era/kniha.asp?NEW_ID=117
- Přehled výrobců a dodavatelů tepelných čerpadel:
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=18&i=82>
- PRE Fórum speciál – Tepelná čerpadla:
<http://www.pre.cz/data/sharedfiles/PRE/preforum/preforum-special-tepelna-cerpadla.pdf>

VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

- Články, legislativa a novinky v oboru větrné energie:
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=1&i=206>
- Česká společnost pro větrnou energii
<http://www.csve.cz/>

ENERGIE SLUNCE

- Fotovoltaická elektrárna PRE:
<http://www.pre.cz/fve>
- Přehled velkých fotovoltaických systémů v ČR:
http://www.czrea.org/files/pdf/Instalace_FVE.pdf

ENERGETICKÝ MANAGEMENT

- Energetický management budov, Česká energetická agentura / Martia, a.s., 2002
<http://www.ceacr.cz/?download=2002/2195.pdf>

DOTAČNÍ ZDROJE

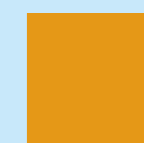
- Vše o strukturálních fondech:
<http://www.strukturalni-fondy.cz>
- Česká energetická agentura:
<http://www.ceacr.cz>
- Státní fond životního prostředí ČR:
<http://www.sfzp.cz>
- Agentura CzechInvest:
<http://www.czechinvest.org>
- Finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivity investic
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=110&h=38&obor=1>

FINANCOVÁNÍ

- Česká spořitelna - TOP Energy program:
www.csas.cz/energy
- Česká spořitelna - EU program Business:
www.csas.cz/euprogram

0 SEVEEn

- zpracovateli publikace



O SEVEn – zpracovateli publikace

SEVEn, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s. je česká nezávislá organizace, založená v roce 1990 v Praze.

Posláním SEVEn je ochrana životního prostředí a podpora ekonomického rozvoje cestou účinnějšího využívání energie.

Činnost SEVEn, Střediska pro efektivní využívání energie, o.p.s.:

Ve své činnosti se SEVEn zaměřuje na poradenství v oblasti rozvoje podnikání a ekonomicky efektivního využívání energie. Tím směřuje ke splnění dvojitého cíle: hospodářskému rozvoji svázanému s ochranou životního prostředí. Svou prací se SEVEn snaží překonávat bariéry, které znemožňují dostatečně zužitkovat ekonomicky efektivní potenciál úspor energie v praktickém životě v domácnostech, v průmyslu i v komerční a veřejné sféře. SEVEn propojuje technické znalosti možností hospodárného využívání energie s jejich ekonomickou analýzou, celkovým hodnocením rizik včetně vlivů na životní prostředí, návrhy vhodných způsobů financování až po přípravu podnikatelských plánů konkrétních projektů.

SEVEn spolupracuje s domácími a zahraničními vládními úřady a centrálními organizacemi, finančními institucemi, se soukromými podniky, s městy a jimi spravovanými organizacemi, školami a nemocnicemi, dodavateli jednotlivých forem energie, univerzitami a dalšími zainteresovanými subjekty, s nevládními organizacemi i jednotlivci. Mezi klienty SEVEn se řadí takové organizace jako OSN, UNDP, Evropská komise, OECD, US AID či Světová banka, statutární města České republiky, ale i malé domácí obce s méně než 1000 obyvateli, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo financí, Česká energetická agentura, Státní fond pro životní prostředí, Hospodářská komora ČR, International

Finance Corporation, soukromé společnosti, zahraniční energetické společnosti a další organizace.

SEVEn je nezávislá organizace, není vlastnický ani smluvně napojena na žádné další domácí nebo zahraniční podnikatelské subjekty. Náklady na svou činnost hradí SEVEn z uzavřených kontraktů a z příjmů za poradenskou činnost.

SEVEn - Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s.

Americká 17
120 00 Praha 2
www.svn.cz
tel.: 224 252 115
fax: 224 247 597
email: seven@svn.cz

